LA MATERIA DEGLI SPAZI CELESTI

I.

Congetture sul contenuto dello spazio.

I.

Le grandi questioni scientifiche, come i grandi fatti cosmici, hanno i loro periodi di riposo, o meglio di preparazione, ed i loro periodi di attività. Il valore ed il lustro di questa attività è l'integrale dei valori del periodo preparatorio.

Così è della questione sulla natura del mezzo intersferale; ed in questi dì parecchi fisici-filosofi si affaticano più che mai intorno a quest'ultimo imponderabile, voglio dire intorno al mezzo etereo che oggi dalle scienze fisiche è posto a' servigi del moto di propagazione della luce e del calor radiante.

Non è a dire come l'uomo, che stimò sempre « felix qui potuit rerum cognoscere causas », si sia interessato e si interessi di quant'havvi fra noi ed il sole, pensando che per questa via, tuttochè ancor oggi sì altamente discussa, la natura venne a mano a mano destando sul nostro pianeta, nella serie graduale dei sistemi molecolari che dal semplice elemento chimico alla complessa cellula col tempo si vennero formando, tutti i fenomeni correlativamente dal più semplice moto di massa al più complesso fatto biologico; che per essa tutti i sistemi dell'universo, dai minimi ai massimi, sono tenuti fra loro in relazione dinamica; e che per essa ancora, e per essa sola, è a noi concesso di corrispondere sensitivamente coll'indefinitamente grande e coll'indefinitamente piccolo del cosmos. Tanto che, se presso la scuola jonica o di Mileto, Talete, Anassimandro ed Anassimene, mentre a sè stessi domandavano donde sen venivano ed ove se n'andavano le cose, a sè stessi rispondevano che principio e fattore del tutto era rispettivamente l'acqua, l'indefinito (principio sottile ed etereo), l'aria; o meglio, mentre Eraclito ed Empedocle riputavano che a principio delle cose e di ogni loro mutazione stesse il fuoco, oggi tutti, sieno essi della

Digitized by Google

scuola di Leucippo o Democrito come L. Büchner (1), sieno essi della scuola di Anassagora come W. Sedgwick (2), sono tratti scientificamente a riconoscere che dalla luce solare originano i moltiformi fenomeni che si compiono sulla terra (3), e per opera sua rigogliosamente continuano e si sviluppano (4).

Però dopo tanti pensieri, che si son fatti in tutti i tempi, e dopo che tante menti robustissime nell'età moderna della scienza si sono esercitate lungamente sul problema, oggi ancora qualche fisico è discorde da quell'ordine di idee che caratterizza la comune tendenza delle odierne investigazioni razionali e sperimentali, fondate sull'analogia e sulle risultanze di fatti naturali bene stabiliti, le quali sembrano aver portato il problema molto innanzi sulla via della soluzione.

L'idea dell'etere luminoso non è nuova, dice Lodge (5), ma non appena fu afferrata una nozione dell'enorme estensione dello spazio per mezzo delle osservazioni astronomiche, si presentò spontanea alla mente degli uomini la questione: che cosa v'ha nello spazio? è desso pieno o vuoto?

E per vero, tralasciando di risalire a Fouhi (2850 a. C.) od a Hoang-Ti (2650 a. C.), che son riputati per abili astronomi (6), ma per i quali la favola si confonde mirabilmente colla storia, sebbene non ci fu lasciato tanto di sicuro da poter dire se gli antichi indiani, chinesi, caldei, fenici, ebrei od egiziani abbiano espresso l'idea di tal problema, è però certo che presso la Grecia, quella nazione che era nata per fondare i sistemi della filosofia naturale, ciascuna scuola, dalla jonica all'accademica, pronunciò a tal proposito il suo giudizio.

Così, per dire di due dottrine opposte, Leucippo (495 a. C.), il fondatore della scuola atomistica, stabilì come gli elementi fondamentali della scuola jonica non erano corpi sem-

---

(1) L. Büchner, *Lumière et vie,* Paris, 1883.

(2) W. Sedgwick, *Light the dominant force of universe,* London, 1882.

(3) I fenomeni delle maree e quelli d'origine endogena non sono dovuti invero al calor solare, sebbene esprimano sempre un'attività che un dì era nel sole.

(4) Helmholtz, *Mémoire sur la conservation de la force,* Paris 1869. — Balfour Stewart, *L'energia* ecc., (« Biblioteca scientifica internazionale »), Milano 1875.

(5) Oliver Lodge, *The ether and its functions,* « Nature », 25 gennaio 1883.

(6) Hoefer, *Histoire de l'Astronomie.*

Digitized by Google

plici ma composti di particelle sparse nel *vuoto*, solide, immutabili, indivisibili (ἄτομος), e che a costituire i mondi non si volesse che *vuoto* ed atomi in moto. Gli atomi si rivoltolano nell'immensità dello spazio, si riuniscono in un vortice animato di moto circolare verso ogni direzione, e per tal moto alcune particelle tendono a raccogliersi verso un centro per costituirvi la terra, in pari tempo che altre abbandonano il vortice, s'agitano nel *vuoto esteriore*, si collidono e si uniscono per formare i corpi celesti (1).

Per contrapposto, mentre Democrito difende l'esistenza del *vuoto* e l'eternità del moto, primo attributo degli elementi materiali di Leucippo, e mentre combatte la divisibilità all'infinito dei corpi, la scuola eleatica, la quale sotto Xenofane, Parmenide e Zenone aveva portato il panteismo della scuola jonica al più alto grado, nega apertamente il *vuoto* ed il moto. Xenofane disse chiaro: « il vuoto non esiste punto nella natura, dunque il moto non è che una vana apparenza ».

Il principio degli atomi e del vuoto è poi mantenuto a base della filosofia di Epicuro, di Metrodoro, di Lucrezio; mentre sono sostenitori del mezzo pieno Platone, Aristotele e tutti i peripatetici.

Ma, e cos'havvi nello spazio vuoto? E cos'è lo spazio pieno?

Pitagora è il primo di Grecia che dice: sull'aria impura ed eterogenea (ἀήρ) stavvi l'aria pura ed omogenea (αἰθήρ), la quale non partecipa delle qualità della materia sensibile; mentre Filolao, il sostenitore e chiaro illustratore del sistema cosmico pitagorico, introduce pel primo l'idea dell'*etere* quale motore dell'universo. Per Filolao è la materia cosmica (il fuoco etereo della filosofia pitagorica) che coll'incessante suo moto, equamente moderato, trascina in giro per lo spazio le sfere.

Platone ancora (tuttochè della scuola accademica, la quale aveva sostituito alla dinamica della dottrina pitagorica l'inerzia della materia), mentre considera gli elementi, terra, acqua, aria, fuoco, etere, come pure forme diverse di una stessa materia, dacchè a costituire il mondo non concorsero che i due principî fondamentali « la materia e la forma (l'idea) », stima l'etere l'elemento primordiale da cui per successiva e regolare trasformazione traggono origine tutti gli altri. E non vi è vuoto in natura, imperocchè gli elementi si penetrano l'un l'altro, i l

(1) Diogene Laerte, Lib. 9°.

Digitized by Google

più per entro il meno sottile, e sull'aria grossa, che involge d'ogni intorno la terra, stavvi l'altra sottile, che s'estende fino alle stelle, cioè l'etere, entro il quale i corpi celesti compiono le loro rivoluzioni (1).

Per Aristotele pure, come dicemmo, non ha esistenza il vuoto, eccetto che al di là del mondo (2). L'immensità degli spazî celesti è ripiena di un fluido incorruttibile, l'etere, del quale sono formati gli stessi astri. Pertanto anche il sole è un globo di materia eterea, che emana calore pel suo moto circolare cui esercita sul fluido etereo che lo involge (3).

II.

Ora, per diciotto secoli se ne stettero così gli spazî celesti; poichè dopo la grande attività greca, che onora i tre secoli da Talete ad Aristotele, ognuno sa come la mente dell'uomo si arresti dal generare sistemi novelli. È compiuta l'infiorescenza ed orgogliosamente, ma, anzichè esser seguita da una felice fecondazione che porti agli aspettati frutti, si isteriliscono prima i fiori.

E benchè accada che, mentre tutta la scienza dell'umanità è quind'innanzi rivolta interamente a commentare i libri dei dotti antichi (quasi sdegnando o credendo empietà il ricercare le verità naturali fuori di quelle pagine), lo spazio celeste tuttavia venga onorato dell'attenzione dell'uomo, ed esclusivamente sugli astri si continui l'osservazione della natura; pure, se si apprese la conoscenza di molti corpi celesti, della loro forma e disposizione, e ne vennero calcolati con qualche esattezza i

(1) Libes, *Histoire philosophique des progrès de la physique*, 1810-13, vol. 1°. — C. Giordano, *Delle origini e dei progressi delle scienze fisiche*, Casale, 1876.

(2) Plutarco, Lib. 2°, cap. 9°.

(3) Aristotele, *Meteor.*, Lib. 1°. — Sapiente più che altri mai fino al 16° secolo fu Aristotele ne' suoi concetti circa la natura della luce. Non stima che essa sia una sostanza materiale, e che nella visione qualche cosa emani dall'occhio e pervenga all'oggetto veduto; egli rigetta quindi i simulacri di Democrito ed i raggi visuali di Empedocle, ammessi da Pitagora, Platone, Epicuro, Ipparco, Archimede, Lucrezio, Seneca e dall'universalità dei dotti antichi, e pensa che, come attraverso l'aria pel suono, così attraverso un mezzo trasparente per la luce si propaghi un movimento di una celerità infinita.

Digitized by Google

movimenti e le distanze, nulla si tentò circa l'interpretazione delle cause e delle leggi che potevano presiedere a tanta sistemazione.

Così passò la prima scuola d'Alessandria con Aristarco, Eratostene, Archimede ed Ipparco; quella di Roma con Lucrezio e Seneca; passò la seconda scuola alessandrina con Tolomeo, Pappo ed Ipatia, la nuova scuola d'Atene e la bizantina: passarono gli Arabi d'oriente colla scuola di Bagdad, che irradiò dotti all'Egitto, all'Africa, all'Asia ed alla Spagna, coll'osservatorio di Meragah e di Samarcanda, non che colle scienze della Cina; quelli d'occidente con Alhazen, Averrhoè e Geber: passò Mauro Rabano (856), Alberto Magno (1193), R. Bacone (1214), Nicola di Cusa (1401), Leonardo da Vinci (1483), Regiomontano (1436), Copernico (1473), Ticone Brahè (1546), Kepplero (1571), Cardano (1501), Telesio (1508), Patrizio (1529), Bruno (1550), Campanella (1568), F. Bacone (1561), e passò lo stesso Galilei (1564), senza che alcuno tentasse di aggiungere una parola di più a quanto avevano detto gli antichi sull'etere dello spazio, o sulla via di comunicazione fra quelle diverse parti del cosmos, che furono per tanti secoli l'unico oggetto dell'osservazione.

Aveva bensì notato Alhazen che la materia eterea doveva esser meno densa dell'aria, pel fatto che le stelle sembrano tenere una differente distanza fra loro a seconda che esse si trovano all'orizzonte od allo zenit, ed aveva Ticone Brahè negato all'etere la incorruttibilità assegnatagli da Aristotele, mentre Kepplero dallo spessimento della materia eterea aveva fatto nascere le comete. Aveva bensì il Patrizio riempito lo spazio del suo *fluore*, materia prima ed unica, capace di addensamento e di rarefazione, che insieme col calore e la luce entrava a costituire tutti i corpi, dal più rarefatto, *l'empireo*, ai tre eterei, ai tre aerei, alle nubi, all'acqua, alla terra, materiali man mano più densi (1). Ma il mondo era ancora pieno delle fantasie della filosofia scolastica, per la quale le dottrine

(1) F. Patrizio, *Nova de Universis Philosophia*, Pancosmia: « Materiam dicimus fluorem illum primaevum. Fluor namque solus, et contrahi et dilatari, et rarescere, et densari, et cogi, et extendi potest. Qui cum continuus sit, et per spacium universum ad centrum usque protensus, sua continuatione efficit, ut integralia mundi corpora, Empyraeus, Aetheris illi tres, et tres Hylaeir, omnes sint unum continuatum corpus. Et quoad fluorem materiamque, omnes unius ejusdemque sint naturae, atque essentiae. »

Digitized by Google

d'Aristotele avevano autorità superiore alla stessa esperienza, e conservava insieme l'eredità delle dottrine mistiche dell'arte sacra, non che delle dottrine occulte dell'alchimia, che due secoli prima aveva trovato il suo periodo d'oro, in cui la testimonianza dei sensi era del pari negata dai fisici e dai filosofi, ed il metodo scientifico era quello della *causa suprema*. Ed il pensiero pertanto di una correlazione cosmica non poteva avere origine fino a che la natura nelle sue movenze parlasse all'uomo la parola divina. È vero che dall'altra parte il naturalismo del *rinascimento* aveva fatto intendere colle dottrine di Telesio, Bruno, Donio, Patrizio, Porta, Campanella, Cornelio che la natura vuol essere spiegata co'suoi proprî principî, cioè secondo principî essenzialmente naturali; che oltre la natura non può essere accolta altra cosa; ma per quanto sia meravigliosa l'opera della *rinascenza*, come quella che sostituiva alla dualità di Aristotele l'unità della natura, e ravvisava nella natura stessa non le facoltà divine, ma le umane; tuttavia l'unità cosmica di G. B. Porta, rispecchiata nell'uomo, ci dice che siamo ancora a metà via del concetto — non è l'uomo il fine della natura.

Ebbene, il Galileo intravide che la natura non era regolata nè da leggi divine, nè da leggi umane, ma da leggi naturali: di qui il suo sistema dell'investigazione razionale-sperimentale della natura. Però se, come dice il Laplace, « il metodo più sicuro per guidarci alla ricerca del vero è di elevarsi per via dell'induzione dai fenomeni alle leggi e dalle leggi alle forze », Galileo, che fondava tal metodo di ricerca, ai suoi tempi, stando fedele al metodo stesso, non poteva certo risalire che a poche leggi particolari. Per risalire poi dalle leggi dei fenomeni alle forze, o, per meglio dire, per enunciare e fondare una legge generale dei fenomeni stessi ci voleva per quel tempo una mente men fedele al principio galileano, e che insieme avesse in sè i requisiti di Bruno, ossia si sentisse vivere della stessa vita della natura.

III.

Tale fu il Descartes. Egli sentì irresistibilmente imperiosa la necessità di bandire le *forme sostanziali* dei corpi, allora insegnate nelle scuole, *essenze distinte* della materia, *proprietà occulte* di essa, in cui erano appiattate per destarvi all'uopo or questa or quella apparenza; e convinto del grande concetto innovatore, che una legge unica dovesse presiedere

Digitized by Google

ai fenomeni del cielo e della terra, che una identità di causa impiegasse la natura nella loro produzione, proclamò nel modo più solenne come tutti i fatti naturali non dovessero risolversi che in movimenti. Si pose quindi all'opera di rifare il tutto per intero, *ex novo,* fingendo di dimenticare quanto prima di lui era stato fatto dagli altri. Ma questo fu sommo errore; tanto che poi, mentre non conosce ch'egli stesso, pur non volendolo, portava seco tutta l'eredità storica dei tempi addietro e la sua mente erasi educata sui libri altrui, nel voler creare un nuovo sistema del mondo riproduce in gran parte quello di Leucippo.

Certo che quì vi è tutto il genio di un Descartes, il quale però pensava venti secoli dopo Leucippo, e che aveva veduto « come le scoperte di Galileo significavano che le più lontane parti dell'universo erano governate dalle leggi meccaniche, mentre che Harvey rivelava queste stesse leggi come presiedenti a tutte le operazioni di quella porzione di mondo che forma noi stessi, ossia il nostro corpo » (1). È allora che « saltando con uno di quei grandi passi proprii del genio l'intervallo dal centro alla circonferenza, cercò di ricondurre tutti i fenomeni dell'universo alla materia ed al moto, ossia a forze agenti sotto un'unica legge » (Huxley). Egli pertanto, al dire di Libes, si pone al posto della natura avanti la formazione dell'universo e si dà lo spettacolo di una creazione.

Particelle minute, dure, di forma svariata all'infinito, dotate di moto traslatorio rettilineo, per una forza loro *ab initio* impressa, e ruotanti sovra sè stesse riempiono l'immensità dello spazio. Conservano le loro proprietà di massa e di moto finchè non s'incontrano: nell'urto accelerano o ritardano i movimenti rispettivi, ne cambiano la direzione rettilinea, e s'arrotondiscono per la smozzatura delle estremità angolari. Le particelle arrotondite costituiscono il fluido intersferale, su cui i soli trasmetteranno la luce; la polvere più sottile forma le stelle, la più grossolana costituisce i pianeti. Questi elementi materiali disformi mutano spesso direzione di moto pei soventi urti, e nella resistenza che si oppongono reciprocamente concepiscono un moto circolare o *vorticoso,* senza perdere mai la tendenza al moto rettilineo. Il sistema del mondo è un sistema di vortici della materia sottile. Essi sono dotati di varia estensione, di differenti velocità; navigano gli uni negli altri, i maggiori nei minori, e trascinano attraverso lo spazio con un' unica legge

(1) Huxley, *Génie et méthode de Descartes.*

Digitized by Google

di moto i pianeti attorno i rispettivi soli, i satelliti attorno i proprî pianeti. L'universo poi è ripieno del fluido meno tenue della materia sottile, il quale costituisce il *mezzo pieno*, di cui le minute, dure e rotonde particelle sono l'una all'altra in contatto immediato. Havvi quindi fra l'occhio nostro ed i corpi luminosi una fila non interrotta di tali globoli affatto inflessibili, i quali in un istante indivisibile di tempo trasmettono all'organo della vista gli urti ricevuti dal fremito delle particelle dei corpi luminosi stessi, e vi esercitano la sensazione della luce.

Bastò che dal genio di Descartes venisse così risuscitata la quistione, perchè di poi tutto il mondo dei dotti la prendesse in serio esame e più non l'abbandonasse. A Descartes si unisce Gassendi per combattere le vecche idee dei dotti, ma poi si trova ad un tempo contro la Scolastica e Descartes stesso, erigendosi ad entusiasta difensore della dottrina di Democrito e d'Epicuro, ed accogliendo la teoria degli atomi e del vuoto. E gli pare tanto bella questa dottrina che vede atomi speciali per ciascun ordine di fenomeni; e suppone pertanto che nella luce atomi luminosi, dotati di estrema tenuità e sferici, per esser più proprî al moto, si trasmettano dal corpo luminoso con grande velocità ed in ogni direzione rettilineamente (1).

Ma contro Descartes si erigeva in quel torno di tempo una autorità ben più potente di Gassendi. Il Newton, che aveva scacciato dai cieli con tanto trionfo i vortici immaginati dal Descartes, sostituendovi la legge di gravitazione, nega anche la teoria che Descartes aveva dato circa l'interpretazione della natura della luce per opera di un moto trasmesso sovra un mezzo adatto, e segue il Galilei nell'idea di una emissione. Egli sostiene la materialità della luce e pensa che essa consti di particelle esilissime, lanciate dai corpi luminosi con grandissima velocità secondo ogni direzione ed in linea retta. « I raggi luminosi, egli dice, non sono forse piccolissimi corpuscoli lanciati o spinti fuori dai corpi luminosi? » (2).

Il Newton però ammise insieme l'esistenza di un mezzo etereo di gran lunga più rado, più sottile, più elastico e della stessa costituzione dell'aria, e come questa non omogeneo. Inoltre

(1) Poggendorff, *Geschitchte der Physik*, Leipzig 1879.
(2) Newton, *Optique*, Question 29.

Digitized by Google

egli suppone che quest'etere, o spirito, com'egli lo chiama, sia sempre in movimento di trasformazione, poichè la natura è un perpetuo moto circolatorio, e che di esso debba essere copiosamente imbevuto il sole per conservare il suo splendore e rattenere i pianeti dall'allontanarsi più lungi da lui; che infine questo spirito somministri il cibo solare ed il principio materiale della luce, ed i vasti spazi eterei fra noi e le stelle sieno pertanto un sufficiente deposito per questo nutrimento del sole e dei pianeti. In tal guisa egli concepisce come tutte le cose possono essere originate dall'etere (1).

---

(1) Ecco com'egli realmente dice nel suo manoscritto, letto nel 1675 alla Società Reale di Londra a riguardo di una ipotesi per spiegare le proprietà della luce, in cui mostra come un mezzo etereo è tanto necessario per la sua teoria che per quella di HOOKE: « It is to be supposed that there is an aethereal medium much of the same constitution with air, but far rarer, subtler, and more strongly elastic... But it is not to be supposed, that this medium is one uniform matter, but compounded partly of the main phlegmatic body of aether, partly of other various aethereal spirits, much after the manner, that air is compounded as the phlegmatic body of air intermixed with various vapours and exhalations..... Perhaps the frame of nature may be nothing but various contextures of some certain aethereal spirits or vapours, condensed as it were by precipitation much after the manner, that vapours are condensed into water, or exhalations into grosser substances, through not so easily condensible..... Thus perhaps may all things be originated from aether..... Nature making a circulation by the flow ascent of as much matter out of the bowels of the earth in an aereal form, which, for a time, constitutes the atmosphere; but being continually buoyed up by the new air; exhalations and vapours rising underneath, at length (some part of the vapours, which return in rain, exepted) vanishes again into the aethereal spaces, and there perhaps in time relents, and is attenuated into its first principle; for nature is a perpetual worker, generating fluids out of solids, and solids out of fluids, fixed things out of volatile, and volatile out of fixed, subtil out of gross and gross out of subtile; some things to ascend and make the upper terrestrial juices, rivers, and the atmosphere, and by consequence others to descend for a requital to the former. And, as the earth, so perhaps may the sun imbibe this spirit copiously, to conserve his shining, and keep the planets from receding further from him; and they, that will, may also suppose, that this spirit affords or carries with it thither the solary fuel and material principle of light (*a*); that and the vast aethereal spaces between us and the stars are for a sufficient repository for this food of the sun and planets..... It is

a) SIEMENS (*On the conservation of solar energy*) riporta « material principle of life », e STERRY HUNT (« Nature » 1883) con DAL POZZO (*Il mezzo Sidereo*) riferisce come NEWTON congetturasse che il mezzo infrastellare conteneva il « principio materiale della vita. »

Digitized by Google

Ma nulla valse, che da una parte Newton nella sua ipotesi avesse espressamente ammesso un mezzo materiale infrastellare, quale oggi la scienza sostiene, ed in una lettera al Dr Bentley ripudiasse decisamente il vuoto (1), e dall'altra usasse cotanta circospezione intorno alla natura della gravitazione da chiudere i suoi *Principia* col dire: « Rationem vero harum gravitatis proprietatum ex phoenomenis nondum potui deducere et hypotheses non fingo »; imperocchè i suoi seguaci, infedeli alla dottrina di cui si vantavano sostenitori, ammisero che l'attrazione fosse una proprietà primitiva dei corpi, come l'estensione, una forza cioè inerente alla materia, per mezzo della quale i corpi potessero agire tra di loro a distanza ed attraverso il vuoto.

In tal modo, le forme sostanziali, le cause occulte della scolastica, con tanto sforzo atterrate dai filosofi della Rinascenza, ricompaiono ancora per opera dei Newtoniani sotto la nuova veste di *proprietà specifiche* od *indeterminate* dei corpi. Vi si oppone energicamente la scuola Cartesiana, tutta la scuola Materialista, e vi lottano contro Bernouilli ed Eulero; ma la dottrina di Newton sull'emissione, che faceva della luce un agente speciale, e le monadi di Leibnitz, questi atomi dotati di poteri straordinari, che erano *quasi estesi* ed avevano con sè la *ragion sufficiente del moto*, venivano a dare il più solido appoggio alla mala direzione delle speculazioni scientifiche. S'era fatto ritorno completamente alla vecchia fisica; e per la nuova scuola le teorie di Newton non erano discutibili, ma divenivano un' affermazione autoritaria (2).

Pertanto, mentre da una parte (ad onta che le scienze dei fatti e le leggi sperimentali facessero i più grandi progressi)

---

to be supposed, that the aether is a vibrating medium like air only the vibrations far more swift and minute..... I suppose the aethereal vibrations differ in bigness, but not in swiftness. » Thomas Birch, *The History of the Royal Society of London*, London, 1757, vol. 3°, pag. 248 e seg.

(1) « Che la gravitazione sia una naturale, inerente ed essenziale proprietà della materia, cosicchè un corpo possa agire a distanza sovra un altro attraverso il vuoto e senza l'intermezzo di qualche cosa su cui trasmettere la propria attività, è per me una così grande assurdità, da credere che nessuno, il quale possegga una sufficiente conoscenza delle cose filosofiche, possa giammai essere tratto a tanto errore. » Vedi C. Isenkrahe, *Euler's Theorie von der Ursache der Gravitation*, « Zeitschrift für Mathematik und Physik, » 1881.

(2) E. Naville, *La physique moderne, étude hystorique et philosophique*, Paris 1883.

Digitized by Google

le fantasie delle proprietà specifiche della materia dovevano menare ancora un completo trionfo fino a Rumford e Mongolfier, a Oersted ed Ampère, a De la Rive e Mayer, e si può dire anzi fino a che Grove non stabilì irrefragabilmente la dottrina della natura puramente dinamica dei fenomeni naturali; dall'altra parte la teoria sulla luce, esposta dal Newton nel 1669, doveva, siccome le altre dottrine dei Newtoniani, resistere in pari tempo vittoriosamente per ben un secolo e mezzo, anche contro l'evidenza dei fatti.

Per cui inutilmente il Grimaldi, dalle sue osservazioni sulla diffrazione, presentiva che la luce dovesse consistere in un moto ondulatorio, come quello di un liquido rattenuto; inutilmente Hooke dalle sue esperienze concludeva che la luce fosse un moto ondulatorio di un mezzo sparso ovunque, il quale « si propagasse per impulsioni od onde semplici e di forma costante, perpendicolari alla linea di propagazione »; ed invano Huyghens, appoggiandosi sulla doppia rifrazione nello spato d'Islanda, si convinceva che la luce risultasse di vibrazioni d'una sostanza imponderabile diffusa dappertutto, e si propagasse in modo analogo al suono nell'aria; ed inoltre, invano Eulero (1746-52) difendeva la teoria ondulatoria, assegnando le leggi della periodicità del moto d'onda, e Young (1801-3) approfondiva gli studî di diffrazione e scopriva il principio delle interferenze: imperocchè la dottrina di Newton era destinata a reggersi fino a Fresnel (1815), il quale pure, innanzi di scuotere tanta autorità, doveva sostenere insieme con Arago una grave lotta contro gli ultimi difensori della materialità della luce, quali Biot e Poisson.

IV.

Colla dottrina della teoria ondulatoria Fresnel riconduceva nello spazio l'etere, fluido unico, attraverso il quale dovranno di poi compiersi le trasformazioni dei movimenti che danno luogo alla maggior parte dei fenomeni fisici, come che dal Grove sarà stabilita la *correlazione delle forze fisiche*. L'etere di Fresnel però è l'etere cartesiano; un fluido elastico, infinitamente sottile, continuo, omogeneo e sparso ovunque nello spazio, quale l'avevano assunto Hooke ed Huyghens e difeso Young contro Eulero, che solo fra i padri della teoria ondulatoria aveva emesso l'opinione che la luce fosse trasmessa

Digitized by Google

sovra un mezzo affatto simile per costituzione all'aria. « L'etere, dice egli, è una materia come l'aria, ma incomparabilmente più sottile e più tenue, e nello stesso tempo parecchie volte più elastico » (1).

Avanti Fresnel invero, nei primi anni del nostro secolo, lo spazio era stato riempito dal Lesage di una materia *sui generis* (2). Egli per dar spiegazione della gravitazione universale aveva chiamato negli spazî stellari, da remotissime distanze, delle correnti di *corpuscoli oltramondani*. Queste correnti dotate di enorme velocità, colla quale arrivano negli spazî celesti dopo aver camminato 10,000 anni di tempo, si devono muovere almeno su 3,000,000 direzioni differenti, per esercitare sulla materia grave e sensibile, che d'ogni intorno spingono, l'uniforme pressione caratteristica della gravitazione. Dal che ne avviene che un egual numero di corpuscoli si muovono in ogni direzione, e che le correnti hanno in ogni dove la stessa densità e velocità media. Sono minutissimi questi corpuscoli, di guisa che non più di uno ogni cento urta un altro durante parecchie migliaia d'anni; tuttavia la collisione è necessaria a mantenere l'uniformità, ed un supplire continuo di particelle si fa dagli spazi oltramondani in soccorso di quelle che, perduta la forza viva nel conflitto, si riducono al riposo e cessano di produrre gravitazione.

Il Blair (1818), che trovava uno scoglio nel pensare come le particelle oltramondane del Lesage potessero muoversi uniformemente in tutte le direzioni, pensò ch'esse dovessero rimbalzare dall'interno di una immensa superficie sferica, che inviluppava l'universo intero.

Più tardi anche il Seguin Ainé (1839), volendo mostrare, secondo il principio dell'indistruttibilità del moto proclamato dal suo zio Mongolfier, l'identità di tutte le forze naturali mediante il solo intervento dell'azione gravifica, fece correre nello spazio un doppio ordine di particelle materiali (3). Egli pensa per questo un numero di particelle, che può essere considerato infinito, sottoposto d'un tratto all'azione di gravità. Esse, per la

(1) Eulero, *Lettres à une Princesse d'Allemagne*, parte I, lett. 19, Paris 1843.

(2) Tolver Preston, *On some dynamical conditions applicable to Lesage's theory of gravitation*, « Philos. Magaz., » 1877, pag. 206 e 364.

(3) Seguin Ainé, *Réflections et annotations sur la « Corrélation des forces physiques par W. B. Grove »*, Paris 1856.

Digitized by Google

legge di moto dei gravi cadenti, s'accosteranno con celerità crescente al centro comune di gravità, cui le vicine raggiungeranno con piccola e l'altre con velocità tanto più grande, quanto maggiore è la loro distanza dal centro all'origine del moto. Raggiunto il centro, ciascuna l'oltrepasserà dalla parte opposta per opera della velocità acquistata, di tanto quant'era la sua distanza da quello prima del moto. In questo avvicinarsi e scostarsi dal centro, le particelle tendono a camminare in linea retta; ma essendo continuamente influenzate dalle particelle circostanti nascerà una moltitudine di moti risultanti in ogni direzione, compiuti tutti l'uno indipendentemente dall'altro su curve di 2° grado.

Se ora si immagina che le particelle lontane dal centro di gravità, le μ, vengano ad attraversare il sistema delle particelle m, vicine al centro stesso, quelle eserciteranno su queste una azione che sarà di *distensione* o nel senso di allontanarle fra loro. E perchè « le μ a misura che penetreranno nel sistema delle m aumenteranno di velocità e di distanza fra di loro, così la massa delle μ all'esterno del sistema delle m, la quale tende a scostare le m dal loro centro di gravità, sarà maggiore che la massa delle μ all'interno del sistema medesimo, la quale tende a richiamare le m nel loro centro di gravità. Di qui una tendenza delle m ad allontanarsi fra di loro, cui s'opporrà l'azione di gravitazione. Se questa sarà equipollente all'azione distensiva, le m staranno in riposo ».

Immaginando allora che ogni punto del sistema delle m, sparse per ogni dove nello spazio, sia centro d'afflusso di una quantità indefinita di particelle μ concorrenti d'ogni intorno con variabile velocità, nasceranno nello spazio varî sistemi m, che, considerati separatamente, si dilateranno o contrarranno in ogni senso col variare in numero e velocità delle μ affluenti. Quindi i due modi distinti d'esistere della materia. Cioè ogni sistema stabile delle m per l'equilibrio fra le azioni attrattive delle sue particelle e l'azione distensiva delle μ costituirà un corpo quale noi lo percepiamo in natura: ogni aggregazione invece o compagnia di particelle μ, moventesi nello spazio secondo ogni direzione ed attraverso di tutti i corpi, costituirà un corpo imponderabile, il quale sarà facilmente disintegrabile per la debole azione esercitata fra le sue particelle stesse.

E poichè la coesione di un corpo, soggiunge Seguin, è funzione del numero delle particelle o gruppi di particelle che lo costituiscono, così un corpo, quando sarà diviso in parti

Digitized by Google

tanto tenui che l'azione di coesione sia insufficiente a resistere all'azione distensiva delle μ, verrà disintegrato, e le sue particelle s'allontaneranno con velocità più o meno grandi, e porteranno alla lor volta la vita ed il moto ai corpi circostanti, funzionando da particelle μ. Fu per l'impotenza della scienza, egli conclude, d'afferrare le porzioni della materia libera nello spazio ed i sistemi delle μ, che essa materia venne qualificata imponderabile.

Pertanto, mentre Laplace ammette che ad un'epoca non precisata e per opera di un movimento, di cui non discute la origine, il sole, ancora nello stato di nebulosa, abbia accelerato il suo moto rotatorio, cosicchè nelle regioni equatoriali si vennero staccando pel sopravvento dell'energia centrifuga sulla gravifica degli anelli, che più tardi col raffreddarsi diedero origine al sistema planetare; il Seguin costruisce il sistema solare movendo dallo stato nebulare della materia, quando le particelle in ossequio alla legge di gravitazione si mettevano in cammino con velocità accelerata, funzione della posizione che esse tenevano nella nebulosa e della densità della materia contenuta negli spazi che le circondava (1).

E non è molto Tolver Preston (2) esponeva come le arbitrarie condizioni, cui Le Sage assoggettava i corpuscoli oltramondani per dar ragione della gravitazione sferale, non fossero in realtà che l'inevitabile deduzione dei principii dinamici connessi colla teoria cinetica dei gas, quale fu stabilita dal Bernoulli e svolta da Kroenig e Clausius; notando insieme come la teoria cinetica stessa dispensava dal continuo soccorso di nuove particelle oltramondane, che Le Sage aveva invocato nel timore ch'esse esaurissero la loro velocità nelle collisioni continue, e come pertanto non fosse necessaria l'ipotesi che una ogni cento delle particelle non s'incontrasse che dopo parecchie migliaia d'anni.

V.

Era questo lo stato della scienza intorno allo spazio interastrale prima di Grove, prima cioè che fosse dichiarata nel modo più preciso e reciso la conservazione dell'energia in qual-

(1) Seguin Aîné, *Réflections sur l'hypothèse de La Place relative à l'origine et à la formation du système planétaire*, Paris, 1867.

(2) Tolver Preston, loco citato, e « Wien. Ber. » 1883.

Digitized by Google

sivoglia trasformazione di movimenti che s'effettui nei corpi, sia per diretta azione degli uni sugli altri, sia nelle così dette *azioni a distanza*.

Per Descartes, Huyghens, Young e Fresnel lo spazio è pieno di un fluido sottilissimo, continuo, omogeneo, altamente elastico, che serve alla propagazione della luce. Per Newton è ripieno di un mezzo formato in parte dalle emanazioni ed esalazioni delle atmosfere della terra, dei pianeti e del sole e dalle chiome rarefatte delle comete: esso però non serve alla propagazione della luce, dacchè questa sta in un efflusso di particelle lanciate dai corpi luminosi, ma è necessario però a spiegare le proprietà della luce (1). Per i Newtoniani lo spazio era assolutamente vuoto, e dice Eulero « è uno dei principali dogmi della filosofia newtoniana che l'immensità dell'universo non contenga punto materia negli spazi che si trovano fra i corpi celesti » (2). Eulero poi fu invero il più saggio prima di Grove, ed ammise un etere costituito come l'aria per la trasmissione della luce; mentre per Le Sage e Seguin lo spazio è vuoto, ma popolato da infiniti sciami di particelle, che pel primo vengono veloci e partono stanche in tutte le direzioni per gli spazî celesti, e pel secondo nelle loro escursioni attraverso lo spazio transitano da una sfera all'altra sotto forma di particelle μ e, penetrando fra i sistemi delle m, vi si impigliano e vi si fermano come particelle m, liberando in pari tempo altrettante m, che diventano μ.

Ora Grove (3), dopo avere in ogni capitolo del suo libro a tutt'uomo combattuto l'etere ipotetico quale era stato difeso da Young, ritiene che non vi sia alcuna ragione di non ammettere che le atmosfere dei diversi pianeti siano le une in relazione colle altre in istato di equilibrio: che quindi l'etere o la materia grandemente rarefatta, che riempie gli spazî interplanetari, sia un'espansione di tutte queste atmosfere o di qualcheduna di esse, ovvero dei loro elementi i più volatili, e fornisca così la materia necessaria per la trasmissione dei modi di movimento che si designano coi nomi di luce, calore, ecc.; e che non sia punto impossibile, infine, che delle porzioni tenui di queste atmosfere, per cangiamenti graduali, passino

(1) Thomas Birch, loco citato.
(2) Eulero, loco citato, lett. 18.
(3) W. B. Grove, *Corrélation des forces physiques*, Paris 1856.

Digitized by Google

da un pianeta all'altro, formando così un legame di comunicazione materiale fra le monadi distanti dell'universo.

Per cui nettamente dichiara: « la differenza fra l'opinione ch'io difendo e quella della teoria eterea com'è generalmente enunciata, è che la materia, la quale negli spazî interplanetari serve di mezzo di trasmissione colle sue ondulazioni alla luce ed al calore, è considerata da me come avente le qualità della materia ordinaria, o, come si dice comunemente, della materia grossa, ed in particolare il peso: benchè, per la estrema rarefazione, essa non possa manifestare questa proprietà che in un grado infinitamente piccolo; per contrario alla superficie della terra questa materia raggiunge un grado di densità, che possiamo misurare coi mezzi d'esperienza, e la materia è essa stessa in gran parte il conduttore delle ondulazioni, che costituiscono questi diversi agenti ».

Nel suo discorso poi, tenuto innanzi alla « British Association » l'anno 1866, mostrava in questa materia infrastellare la sorgente del calore del sole.

E sarebbe interminabile la rivista se da Grove ad oggi si volessero ricordare i lavori di quanti, come Joule, Rankine e Clausius, hanno energicamente combattuto l'immaginario etere posto in trono da Oliver Lodge(1), e di quanti, quali Humboldt e Zoellner, Mattieu Williams e Sterry-Hunt, Siemens e Morris, hanno asserito indubbiamente l'esistenza, e più ancora ricercata la natura d'una materia invadente tutto le spazio, costituita dagli stessi materiali che i soli ed i pianeti, e solo diversa da quelli pel grado di sua disintegrazione: cioè, una massa molecolare, eterogenea, altamente elastica, perchè altamente disintegrata, residuo in parte delle masse cosmiche ed in parte emessa continuamente dalle sfere medesime, fra le atmosfere delle quali è perenne mediatrice.

Solo ricordiamo nel modo più breve possibile, per confrontare le ultime idee odierne con quelle di Newton e Grove, quanto Mattieu Williams, Sterry-Hunt e Siemens pen-

(1) Non vorrei dimenticare il Secchi, ma è difficile assegnargli il posto. Egli è con Grove per quanto riguarda il concetto fondamentale circa le funzioni dell'etere, cui dà per attributo la materialità e l'inerzia: ma circa la sua origine e la sua essenza non si dichiara, e pare che s'accompagni con Lodge quando afferma che « questo fluido universale presenta certamente una costituzione differente da quella dei gaz o degli altri corpi conosciuti da noi ». (*L'unité des forces physiques*, Paris, 1869, pag. 202).

Digitized by Google

sarono sulla materia dello spazio, per soffermarci invece intorno alle vedute dei due americani Olivier Lodge e Charles Morris, che poco fa presero in esame la quistione sotto il punto di vista specialmente della luce; imperocchè le loro idee riassumono nel modo più caratteristico le due dottrine opposte dei partigiani dell'etere cosmico specifico e della materia molecolare dello spazio, l'uno difendendo fino alle ultime conseguenze il proteiforme imponderabile, l'altro proclamando l'unità della materia sferale ed intersferale e mettendo innanzi insieme un concetto vero sul modo di generarsi della materia stessa degli spazî celesti.

Lo Sterry-Hunt riferisce così nell' « *American Journal of Science* » (1880) l'opinione, che sulla natura materiale dell'etere Williams esponeva nel suo libro « *The fuel of the sun* (1880) », riguardante la conservazione del calore solare: « Il calor solare è mantenuto dalla condensazione della materia attenuata, che il sole incontra ovunque nel suo moto attraverso lo spazio infrastellare. I movimenti irregolari, determinati sul sole dalle variabili attrazioni dei pianeti, sommuovendo e rimescendo i diversi strati dell'atmosfera solare e producendo le grandi perturbazioni attestateci dal telescopio, sono gli agenti efficienti della cosa. La materia diffusa od etere, che è il recipiente delle radiazioni termiche dell'universo, è con ciò tratta nella profondità della massa solare: respingendo di là l'etere, quivi antecedentemente condensato e termicamente esausto, essa pure vi viene compressa, e cede il suo calore per essere alla sua volta cacciata fuori in uno stato rarefatto e freddo a ricevere una nuova quantità di calore, che per tal modo dall'etere viene di nuovo concentrato e distribuito dai soli dell'universo ».

Sterry-Hunt stesso poi fino dal 1874 pensava come per opera di una chimica cosmica, conforme alle idee di Clarke e Lokyer, avessero potuto trarre origine le nebulose dalla materia universale di Grove e di Williams; ma, per ricordare le sue parole più recenti sul mezzo intersferale, ecco quanto egli diceva in una lettura tenuta all'Accademia di scienze in Francia a proposito dell'idea di Brongniart, che l'atmosfera terrestre nei tempi lontani fosse molto ricca di biossido di carbonio, perchè tanta quantità di carbonio potesse essere fissata nella vegetazione, ed a proposito dell'opinione di Elia di Beaumont, che la terra, quand'era allo stato fluido, dovesse essere impregnata di biossido di carbonio, il quale si venne di poi sviluppando col lento raffreddamento per sopperire all'enorme quantità di questo

Digitized by Google

ossido che Ebelman avvertiva essersi richiesta alla formazione dei carbonati, che accompagnava la decomposizione dei silicati. « Io penso che si debba considerare la nostra atmosfera come un mezzo cosmico ed universale, condensato attorno i centri d'attrazione in ragione delle loro masse e delle loro temperature, ed occupante tutti gli spazî infrastellari in uno stato di rarefazione estrema. Così le atmosfere dei diversi corpi celesti sarebbero in istato d'equilibrio fra loro; di maniera che ogni cambiamento che avvenisse nell'inviluppo gasoso di un pianeta qualunque, sia pel condensarsi del vapore acqueo o del biossido di carbonio, sia per lo sviluppo di ossigeno od altro gas, si farebbe sentire per mezzo di diffusione nell'atmosfera d'ogni altro pianeta. Pertanto il biossido di carbonio assorbito dal nostro pianeta sarebbe stato rifornito da nuove porzioni provenienti dal mezzo universale, cioè dalle atmosfere degli altri pianeti, verificandosi insieme una diminuzione eguale di quel gas in tutte le atmosfere planetari; lo sviluppo poi di ossigeno sulla nostra atmosfera si sarebbe distribuito sulle altre in egual misura. Questa teoria d'uno scambio universale mi pare fornire una spiegazione dell'origine delle polveri cosmiche » (1).

Infine, due anni or sono, il Siemens (2), colla sua teoria sulla conservazione dell'energia solare, richiamava l'attenzione dell'universalità dei fisici sul mezzo intersferale. Ma senza discutere quanto valore possa avere la sua ipotesi per lo scopo cui l'immaginava, imperocchè ne parlarono calorosamente Charles Morris e Sterry-Hunt, Douglas, Archibald e Fraas, Fitzgerald, un anonimo G. B. S. e replicatamente Faye ed Hirn (3), ecco come là vien pensato il mezzo sidereo e per quali ragioni può esser supposto tale: « Per lo scopo della mia teoria, dice Siemens, lo spazio stellare verrebbe supposto ripieno di materia gasosa altamente rarefatta, probabilmente costituita d'H, O, Az, C e loro composti, oltre materiali solidi sotto forma di polvere. Così essendo, ciascun pianeta attrarrebbe a sè un'atmosfera, la cui densità avrebbe relazione col suo valore di attrazione, e non parrebbe sragionevole il supporre che i gas più densi e meno diffusivi formassero così

(1) Sterry Hunt, « Comptes Rendus de l'Acad. de France, » 1878, pag. 452.

(2) C. W. Siemens, *A collection of papers and discussions, On the conservation of solar energy,* London 1883.

(3) C. W. Siemens, *A collection*, ecc. loco citato.

Digitized by Google

la base di queste atmosfere, dove si troverà specialmente l'Az, l'O, il CO^2, mentre l'H ed i suoi composti predominerebbero nello spazio. Il sistema planetario poi, preso nel suo insieme, eserciterebbe un'influenza sulla materia gasosa diffusa nello spazio e s'avvolgerebbe quindi in un' atmosfera che terrebbe una posizione intermedia fra le singole atmosfere planetarie e l'atmosfera estremamente rarefatta dello spazio stellare ».

Appoggia pertanto le sue idee ricordando che « secondo la teoria molecolare dei gas, quale fu insegnata da Clausius, Maxwell e Thomson, sarebbe difficile assegnare un limite ad una atmosfera gasosa nello spazio »; che inoltre, fra i molti scienziati « Grove, Humboldt, Zoellner e Williams hanno decisamente asserito l'esistenza di una materia invadente tutto lo spazio », e che « Newton stesso espresse idee in favore di tale concezione ».

Oltre di questo riferisce il fatto che « un meteorite, di cui la fuga attraverso lo spazio stellare o almeno planetare viene arrestata per collisione colla terra, contiene corpi gasosi in quantità almeno sei volte il proprio volume, e che l'analisi del Dr Flight, eseguita sovra un meteorite appena caduto, fece conoscere come esso conteneva

CO_2	=	0,12
CO	=	31,88
H	=	45,79
CH_4	=	4,45
N	=	17,66
		100,00 »

Ma « altra prova che lo spazio stellare è ripieno di materia gasosa viene data dall'analisi spettrale, ed appare da recenti ricerche di Huggins ed altri che il nucleo di una cometa contiene parecchi degli stessi gas riscontrati nei meteoriti, cioè: C, H, Az e probabilmente l'O ». Il Siemens raccoglie poi la sua ipotesi nelle tre proposizioni seguenti:

« 1° che vapore acqueo e composti di carbonio (C) sono presenti nello spazio stellare ed interplanetare;

2° che questi composti gasosi, ben chè in istato di estrema attenuazione, sono capaci di essere dissociati dall'energia raggiante del sole;

3° che questi vapori dissociati possono essere compressi nell'atmosfera solare con un processo di scambio per quantità eguali di vapori consociati; questo scambio essendo effettuato dall'azione centrifuga del sole stesso ».

Digitized by Google

Dell'ipotesi di Siemens fu data una chiara relazione dal prof. Celoria in questa stessa « Rivista » (fasc. 4° 1883), e pertanto dal canto nostro ripetiamo con Morris che, quando in essa non si voglia sospettare qualche cosa che ricordi il moto perpetuo (se il sole spende e riguadagna insieme quell'energia che deve di nuovo spendere in egual misura), è certo che l'eruzione di materia, anche diradata tangenzialmente alla superficie solare, sarà accompagnata da una reazione fatta a spese dell'energia rotatoria del sole, la quale col tempo produrrà un effetto notevole sul moto solare; ed anzi a suo parere dev'essere questa perdita dell'energia solare l'ultima sorgente di calore ottenuto con siffatto processo (1).

VI.

Però il Siemens, nello stesso tempo che immaginava una ipotesi che non ha ragione di essere fortunata, sebbene per qualche parte non mancheranno di verificarsi quei fatti sui quali essa si appoggia, contribuiva certamente nel modo più cospicuo, non solo a render certa l'esistenza di un mezzo materiale interplanetare, col raccogliere sul soggetto tante prove di fatto, ma a stabilire, col soccorso anche di proprie esperienze sulla dissociazione del vapor acqueo e del biossido di carbonio sotto l'azione dei raggi solari, gli elementi di quella biologia cosmica, che oggi dalle singole scienze positive è propugnata nel proprio campo.

Ora, se v'ha un principio direttivo, che mai non fallì in ogni ricerca propostasi dal pensiero umano, fu quello di ricondurre all'unità quanto ci si presenta in natura sotto tante forme diverse; anzi potremmo dire che oggi ciascun ramo di scienze non solo si affatica di mettere sotto l'obbedienza di un'unica legge tutti i fatti che ha isolato nel suo campo di studio, ma mira insieme a cogliere, raffrontando le proprie colle risultanze delle altre scienze, quell'intrinseca correlazione che deve esistere fra di esse, e a comprendere tutta la fenomenalità sotto un'unica legge di primo ordine, di cui l'altre non devono essere che corollari particolari.

Eppure, mentr'oggi nella scienza nient'altro è meglio stabilito che l'unità di moto e di materia, per quanto varie sieno le rappresentazioni che ci facciamo dell'attività di questa, e seb-

(1) Vedi: C. W Siemens, *A collection* ecc., l. c.

Digitized by Google

bene l'unità di materia già fin da Anassagora sia stata fermamente sostenuta e difesa, tanto che, accusato di empietà, egli dovette patire l'esilio da Atene, oggi ancora il Lodge rende dubbiosa tanta verità naturale. Ed i suoi ragionamenti son questi (1).

Stabilisce egli come ogni azione fra due corpi discosti debba in ultima analisi risolversi ne' due modi seguenti: od attraverso di una sostanza continua, come quando si trascina un corpo mediante una fune, o per mezzo del metodo proiettile, come quando si colpisce un corpo lanciando una pietra. Un chiaro esempio del metodo proiettile è quello di propagazione del suono nei gas, dove particelle perfettamente indipendenti fra loro si trasmettono l'una all'altra successivamente una percossa, sicchè il risultato ultimo è lo stesso come se le prime particelle percosse lo fossero state fin dove s'estende la propagazione. E dice che siffatta spiegazione è così semplice e così soddisfacente, e che inoltre è certamente questa la vera relazione della materia, da essere naturalmente tentato a domandarsi se ogni modo d'azione non possa essere spiegato con questa teoria proiettile. Ma gli sembra poi che la teoria corpuscolare della gravitazione, e quindi anche della coesione, sia così piena di difficoltà, non essendo per esempio ovvio come il peso di un piatto sia il medesimo messo per taglio che a distesa nella corrente dei corpuscoli, da potere solo con ipotesi improbabili spiegare tutte le azioni dell'universo mediante una semplice battaglia di particelle. « Inoltre è difficile, egli scrive, intendere che cosa sieno gli atomi in sè medesimi e come possano venire in conflitto e separarsi come due palle elastiche; è difficile intendere l'elasticità delle ultime particelle realmente dure. E se gli atomi sono non duri, ma elastici, e si separano dopo l'urto colla stessa fortuna di leggi che le palle elastiche, di che cosa sono essi composti?... Quanto più pensiamo sulla materia, tanto più siamo tratti ad abbandonare un puro urto come completa spiegazione dell'azione generale. E se così è, siamo tratti a ritornare sull'altra ipotesi, l'altra che è la sola che rimane, cioè la comunicazione per opera di un mezzo continuo ». Il Lodge pensa pertanto un mezzo che fa da nesso fra le particelle, una sostanza in cui esse sono infitte e che pervade in tutti i loro interstizî e si estende senza interruzione ai più remoti limiti dello spazio.

(1) Oliver Lodge, *The ether and its functions*, « Nature » 25 gennaio e 1° febbraio 1883.

Digitized by Google

Concesso una volta un corpo perfettamente omogeneo, sottile, incomprensibile, continuo, cioè incapace ad essere risolto in elementi semplici od atomi, non molecolare insomma, tutte le difficoltà per Lodge incominciano a sparire. Soggiunge come non vi sia altro corpo di cui si possa dir tanto, e quindi che le proprietà dell'etere devono essere alquanto differenti da quelle della materia ordinaria; e gli pare che se esso fosse materia ordinaria avrebbe quali proprietà caratteristiche la inerzia e la rigidità.

Ciò posto, la gravitazione è spiegabile con una differenza di pressione nel mezzo, causata da qualche azione fra esso e la materia, che non fu ancora considerata. Così la coesione. La luce è un'ondulazione nell'etere; l'elettricità può essere un aspetto di una parte dell'intero mezzo stesso.

La grande velocità della luce e le vibrazioni trasversali trovano una spiegazione nell'inerzia, continuità e rigidità dell'etere. La dispersione della luce sta nell'ipotesi di Fresnel che l'etere nei corpi si differenzî in due porzioni distinte, l'una di etere libero, l'altra di etere circostante e rattenuto dalle molecole gravi. Nell'etere libero dello spazio ogni specie d'onda viaggia con egual celerità; internamente alla materia le onde brevi sono più ritardate delle lunghe, e quindi le differenti grandezze delle onde possono essere distribuite fuori del prisma. Perchè poi l'etere circostante ritardi differentemente le diverse onde, è affatto sconosciuto.

La distinzione fra etere libero e circostante gli pare imposta anche dai fenomeni elettrici per l'identità di valore fra la capacità elettrica specifica induttiva (k) e la densità dell'etere nei corpi (μ^2) (1): però non stima che per questo l'etere sia elettricità; ma ch'esso debba essere modellato da forze elettromotrici in elettricità positiva e negativa.

Le vibrazioni trasversali poi essendo trasportate con forze che tendono ad agire sulla materia che resiste loro, così sono corpi opachi in ottica e conduttori in elettricità quelli pei quali l'etere circostante non ha rigidità, non resiste; sono trasparenti e dielettrici quelli pei quali l'etere circostante è teso, resiste.

Sull'etere però non si può esercitare una forza diretta-

(1) Se μ è l'indice di rifrazione del corpo, e se 1 è la densità dell'etere libero, quella all'interno del corpo stesso sarà μ^2, ammesso che la velocità della luce sia inversamente proporzionale alla radice quadrata della densità del mezzo.

Digitized by Google

mente, ma si sa disporre la materia in modo che essa eserciti una forza tendente (od elettromotrice) sull'etere che le è associato. Nei metalli questa forza tendente applicata all'etere produce una continua ed appena resistente corrente delle due elettricità in opposta direzione, ossia una corrente di conduzione; mentre nei corpi trasparenti (dielettrici) produce uno spostamento elettrico accompagnato da elastico rimbalzo: e di qui tutti i fenomeni di induzione elettrica.

Gli atomi delle molecole liquide sono capaci di locomozione, ed una forza continua tendente, applicata all'etere, produce una continua processione della materia e dell'elettricità associata, la positiva per una via, la negativa per l'altra; così tutti i fenomeni di elettrolisi. Gli ioni (i prodotti dell'elettrolisi) non prendono mai con sè l'etere neutro, ma l'uno prende una data quantità di elettricità negativa e l'altro la stessa quantità di positiva.

Il Lodge si rivolge poi la domanda: come sta l'ipotesi del Fresnel dell'etere circostante densificato col suo attributo di incompressibile? E gli sovviene che Collagh nella sua teoria ondulatoria ritenne che non è densificato l'etere nei corpi, ma sforzato dalla materia contro sè stessa, e rallentata così la sua tensione. La gravitazione allora sarebbe in parte spiegata da uno sforzo, come pensava Newton, esercitato dalla materia su tutto l'etere invadente. Così egli stima che non solo si è sicuri che l'etere esiste, ma che si conosce qualche cosa delle sue proprietà.

Però ei si fa ancora una dimanda: se la materia è distinta dall'etere, come fu fin qui tacitamente supposto, o se materia ed etere non possono essere due modificazioni o manifestazioni differenti della stessa cosa. E qui si rivolge alla teoria dei vortici di W. Thomson, il quale suppone gli atomi della materia esser porzioni dell'etere ovunque sparso, da esso differenziate solo pel loro moto vorticoso, mercè il quale divengono virtualmente solide particelle, punti rigidi, ma elastici, capaci di una vibrazione definita, di libero moto, di collisione. Soggiunge quindi: « non ci colpisce l'idea che gli atomi della natura possono essere vortici come questi, vortici in un fluido? Questa teoria non è ancora dimostrata vera; ma non è altamente bella una teoria che merita di esser vera? ». Ma poi non dubita di concludere: « Ora ho tentato di introdurvi alla più semplice concezione dell'universo materiale che sia occorso all'uomo; la concezione, cioè, di una sostanza universale perfettamente omogenea, continua e semplice in istruttura, che

Digitized by Google

si estende ai più lontani limiti dello spazio di cui abbiamo conoscenza, che esiste egualmente in ogni dove..... Ora, una sostanza continua che riempie tutto lo spazio, che può vibrare come luce, che può essere scissa in elettricità positiva ed in elettricità negativa, che come vortice costituisce la materia corporea e che trasmette per mezzo della sua continuità, e non già per opera di conflitto, ogni azione e reazione, di cui la materia è capace: ecco la moderna veduta dell'etere e delle sue funzioni ».

Tali sono le idee poco fa emesse da un uomo riputato dotto nelle scienze fisiche. Esse mi sembrano sotto forma sintetica raccogliere tutti i misteri non solo delle proprietà specifiche, ma delle proprietà occulte della materia. E per quanto sieno grandi i dubbi, nei quali ancora vive la fisica sperimentale, tanto da restare muta eziandio alle più semplici domande circa la coesione di un corpo, circa l'evaporazione di un liquido, per non dire dei fatti magnetici, elettrici e chimici; tuttavia è già così avanti nei criteri generali sulla fenomenalità naturale da poter asserire a priori che le considerazioni del Lodge non possono avere scientifico valore; poichè la loro accettazione distruggerebbe la possibilità di ogni ricerca scientifica. Un mezzo, cioè, continuo, omogeneo ed incompressibile, quale sede dell'universalità dei fenomeni, non può essere oggetto di studio nè sperimentale nè speculativo; non è una ipotesi scientifica, ma è una fede, e pertanto a Lodge resterà solo questo vantaggio che Grove riconosce a tutti i partigiani dell'ipotesi eterea, « che essendo l'etere un fluido ipotetico può cangiare o modificare a loro grado i suoi caratteri senza che sia possibile agli avversari di provare la non realtà della sua esistenza e delle sue modificazioni » (1).

VII.

Ma contemporaneamente alle speculazioni del Lodge veniva emessa dal Morris un'ipotesi di ben altro valore sulla natura e la genesi della materia dello spazio, come che fondata sulla serietà di fatti naturali ben stabiliti (2).

Egli avverte che lo spazio è popolato da numerosissime

(1) Grove, loco citato, pag. 172.

(2) Charles Morris, *The matter of space*, « Nature », 8 febbraio e 14 giugno 1883.

Digitized by Google

masse, dalle più piccole di mole alle più grandi. Esse però occupano una inconsiderevole porzione dello spazio, in cui deve essere supposto che si trovi un mezzo molto elastico per trasmettere la luce. Ma nota come da alcuni è ritenuto che la energia di gravitazione dei soli e dei pianeti è abbastanza grande per spogliare lo spazio d'ogni particella materiale contigua, eccettuate quelle masse che si sottraggono da questa sorte per la vigoria dei loro moti rivolutivi. Diffatti l'atmosfera terrestre, avendo un'energia centrifuga che è $^1/_{17}$ di quella richiesta a superare la gravità ed altrettanta come energia di moto termico, è impossibile che fugga nello spazio, o che un materiale siffatto contiguo alle sfere non diventi materia atmosferica.

Quindi l'esistenza di un mezzo sidereo, costituito di particelle gravifiche ovunque esistenti nello spazio intersferale, dipenderà dall'energia di moto delle particelle stesse; cioè, se esse avranno un'energia minore, eguale o maggiore dell'energia gravifica verso le sfere saranno rispettivamente richiamate sulle sfere come materia atmosferica, o si trasferiranno attorno di esse come corpi planetari sovra orbite fisse e chiuse, ovvero infine assumeranno la condizione di corpi cometarî, solo temporaneaneamente influenzati da un sole e vaganti eternamente attraverso lo spazio.

Se ha luogo il primo caso, lo spazio dovrà essere spoglio di materia; se ha luogo il secondo, esso conterrà materia in uno stato parzialmente elastico; e se ha luogo il terzo sarà tenuto da materia in uno stato altamente elastico, per la grande pressione che le particelle eserciteranno le une sulle altre in opera della loro energia centrifuga. Resta a vedere se può esservi materia nello spazio ed in quali condizioni di moto. Ora, se è accettata l'ipotesi nebulare sulla cosmogonia, non vi ha dubbio circa l'esistenza della materia intersferale, da che le condizioni dell'aggregazione nebulare lo stabiliscono indisputabilmente; ed ecco il come:

L'ipotesi nebulare insegna che la materia ora concentrata nei soli e nei pianeti una volta era più ampiamente diffusa; cosicchè la sostanza di ciascun astro teneva un'estensione di spazio assai considerevole ed ogni sistema cosmico si estendeva molto al di là degli attuali confini. Da questa primitiva condizione ne venne lo stato attuale delle sfere per opera di una continuata concentrazione della materia. Ma questa concentrazione era costantemente contrastata dall'energia termica delle particelle della nebula, ossia dal loro movimento centri-

Digitized by Google

fugo, il quale non poteva essere soppresso nelle particelle stesse che mediante una ridistribuzione dell'energia di moto. Ora, quando una massa si condensa, scema la sua caloricità e sale la sua temperatura; per cui una differenza di temperatura doveva costantemente aver luogo fra le parti più dense e le meno dense della massa nebulare, ed un'eguaglianza di temperatura poteva soltanto essere ristabilita da una irradiazione di moto termico. Questa radiazione continua sempre e deve continuare sino a che cessi la condensazione, e sino a che le temperature delle sfere e dello spazio sieno divenute eguali. Ma ogni radiazione rappresenta una perdita di moto termico nell'interno del sistema delle particelle, che vengono condensandosi, cui inevitabilmente deve corrispondere un'adeguata crescita di moto termico all'esterno nelle particelle più rarefatte: per cui se al principio le energie centrifughe e centripete nelle particelle della massa nebulare erano presso che eguali, esse dovettero diventare disuguali, l'energia centripeta divenendo in eccesso nelle masse sferali e la centrifuga nella materia dello spazio. Mentre dunque una porzione della massa nebulare, in origine ampiamente diffusa, perdeva il suo calore e s'addensava per opera dell'attrazione, un'altra porzione guadagnava calore ed assumeva uno stato di diffusione nebulare maggiore che non avesse in origine.

Le sfere condensandosi spogliarono quindi lo spazio soltanto di una parte della materia, lasciando la rimanente più tenuemente diffusa che prima, e nella loro concentrazione hanno emesso e stanno emettendo una grande quantità di energia di moto, che tuttavia si conserva e s'accresce nello spazio come moto delle particelle nello spazio, le quali perciò si premono fra di loro e si sforzano di estendere i loro limiti con energia crescente; cosicchè l'elasticità della materia intersferale costantemente aumenta.

Per vedere poi se l'energia della materia intersferale, così formatasi, possa esser tanta da superare l'energia gravifica, si consideri il moto orbitale della terra, che la mantiene a considerevole distanza dal sole. Esso una volta esisteva come moto molecolare indipendente di uno sciame di particelle, che si movevano in compagnia nello spazio, cioè con moto di massa. Queste particelle hanno poi perduto una gran quantità di moto, passando dallo stato di molecole indipendenti allo stato di molecole dipendenti, creandosi un secondario centro di gravitazione. La velocità termica di esse particelle, in eccesso di quella spie-

Digitized by Google

gata nella loro rivoluzione attorno il sole, è divenuta parzialmente una rotazione attorno all'asse; una gran parte fu irradiata ad aumentare l'energia di moto della materia intersferale, e parzialmente è tuttora ritenuta come vibrazione termica. Ora, se la terra fosse tosto restituita alla condizione nebulare, le sue particelle avrebbero una velocità di molto in eccesso sulla velocità orbitale, e non sarebbero controllate dal sole. Per cui le particelle dello spazio, che possedono ancora una velocità più grande, saranno molto più libere dal controllo gravifico.

Naturalmente ciascuna particella non terrà a lungo la sua direzione di moto, e costanti urti ne varieranno continuamente secondo ogni verso la direzione; però questo per ciascuna particella verrà trasferito ad una lunga serie di particelle, e sarà virtualmente continuato in forza e direzione, proseguendo la sua corsa attraverso il mondo, come se fosse trasportato sulla particella medesima; cosicchè essa, quantunque non cangi attualmente il suo posto che fra ristretti limiti, può avere rapporti di moto che si estendono in ogni direzione agli ultimi estremi dello spazio.

Ora poi, se, mentre la materia dello spazio cresceva la sua energia di moto per la radiazione sferale, essa si suddivideva in particelle più e più piccole, queste avranno potuto continuare ad essere così strettamente contigue nello spazio come sono le molecole delle atmosfere, ed in tal caso potranno insieme presentare le condizioni di eccessiva rarità, per quanto si riferisce al peso della materia; di stretta contiguità di particelle, sufficiente a permettere l'esercizio dell'energia attrattiva; di grande tensione, per la loro energia di moto centrifugo, e di intensa resistenza alla compressione.

Son queste le condizioni necessarie per trasferire le radiazioni termiche e luminose. In queste radiazioni un moto è trasmesso attraverso lo spazio sulle particelle della materia intersferale, non per mezzo di urti, ma per mezzo di moti vibratorî. La particella vibrante oscilla fra le catene laterali di attrazione e produce una simile oscillazione trasversale nelle successive particelle con cui è attrattivamente connessa.

Tali sono le vedute del Morris. Ed ora vorrei raccogliere una conclusione su questo contenuto dello spazio, intorno al quale furono opposte le opinioni della scuola eleatica ed atomistica nella Grecia, quella dei Newtoniani e dei Cartesiani nel risorgimento delle scienze e quelle di Lodge e Morris ai nostri giorni: ma aggiungo ancora l'idea del Pompei circa la

Digitized by Google

costituzione dell'etere ed il suo modo di comportarsi nel trasmettere la luce (1).

Il Pompei pensa che l'etere non sia un mezzo unico, ma una serie di mezzi subeterei di una degradazione corpuscolare, che si va scombuiando negli abissi del minimo, ove ciascuno viene

(1) Il MARINO POMPEI nel suo opuscolo « *La materia considerata come forma d'energia,* Pesaro 1883 » si propone di mostrare: 1° Che in natura veri atomi non possono esistere, e che in genere i corpi di qualsiasi ordine debbono essere sempre risoluti in fattori costituenti: 2° Che l'etere non può essere un mezzo unico interposto ai corpi pesabili, ed i suoi atomi non possono differire essenzialmente da quelli: 3° Che la materia non differisce per natura dal calore e dalla luce, ma al pari di quella è una modalità d'energia, la quale al pari d'ogni altra ci si presenta con forme proprie, definite solo da speciali rapporti meccanici e dinamici colle energie costituenti il nostro organismo.

Dalla terza proposizione discende « che entro eguali spazî i corpi contengono egual somma di energia; che il loro differenziamento sta nella quantità varia delle singole forme (d'energia); sicchè in eguali spazî ciascuna forma concorre come complementare delle altre. » Mostra dapprima che ciò s'avvera per la forma, materia e calore; imperocchè osserva che una data massa gasosa varia di densità in ragione inversa della temperatura assoluta; cosicchè (ammesso costante il coeff. di dilatazione e la calorità specifica) in ogni caso sotto egual volume la quantità di calore contenuto e la quantità in peso del gas dà una somma costante. Lo stesso asserisce poi accadere fra la forma materia e luce; e per questo osserva che, come per i diversi corpi semplici il prodotto del peso atomico pel rispettivo color specifico è un valor costante, eguale a 6,4, così per le diverse luci semplici il rapporto fra il N. d'onde in 1'' e quello in un pollice è un valor costante, eguale a $2 \times 6{,}4$, prossimamente: soggiungendo che il numero specifico d'onde nell'unità di spazio è analogo all'energia ponderale crescente nel gas che si raffredda, ed il N. specifico d'onde nell'unità di tempo rappresenta una pura velocità, come nell'energia calorifica.

Ma il primo fatto si riferisce ad un caso particolare, cioè a quello di un corpo in moto in cui lo spostamento dalla sua posizione di riposo è proporzionale alla forza motrice. Così si potrebbe mostrare che lo spazio tenuto nell'oscillazione da una lamina vibrante è proporzionale alla forza motrice che la sollecita. Ma non è più vero però che un litro d'aria in quiete abbia la stessa energia, *caeteris paribus*, di un altro che si muove attorno al centro di massa della terra. Il rapporto poi fra il N. di onde in 1'' e quello di un pollice non rappresenta il N. di onde nell'unità di spazio, ma la velocità in pollici delle diverse luci. E siccome per luci d'ogni colore la velocità di propagazione è la stessa, il suddetto rapporto deve essere costante; così che, se in luogo del pollice assumiamo come unità di misura il metro, abbiamo per quel rapporto il noto valore di 310,000 chilometri.

Digitized by Google

attenuando la massa in ragione della radice quadrata, ma aumentando col rapporto dei quadrati la propria velocità.

In tale ipotesi egli si spiega facilmente le vibrazioni trasversali della luce, pensando sulla linea di propagazione una fila di particelle eteree, frammezzo alle quali stavvi la serie delle bieteree, trieteree, ecc., ecc. Allorquando una particella eterea riceve un impulso, le bieteree sono sospinte fuori dalla linea di propagazione, come per ischiacciamento, su rette normali alla linea stessa di moto. Le trieteree poi alla loro volta sono sospinte dalle bieteree su rette normali a quella su cui furono sospinte le bieteree, e così via. Il moto d'onda avanza sulla linea di propagazione col restituirsi delle particelle subeteree sulla linea stessa di propagazione.

Se la luce bianca è composta di sette luci semplici, stabilisce che la particella chimica in vibrazione, che la genera, debba attuare sotto distinte potenzialità in un momento indecomponibile dal nostro occhio, e che settemplice per lo meno deve essere la serie eterea, richiedendosi per ogni moto un mezzo adatto che lo trasferisca.

Quando l'elemento luce bianca riceve un impulso, a seconda che l'eccitamento si estende fino al 1°, 2°,..... 7° mezzo subetereo, appariscono ordinatamente i colori dal rosso al violetto. La differenza poi fra il corpo luminoso e le immagini trasmesse sul mezzo sta in ciò, che il corpo si deforma e riforma rapidamente nell'istesso spazio, le immagini si ripetono propagandosi in spazî successivi. È trasparente il corpo se ha la sua meccanica interna a spazî interatomici più ampi delle immagini luminose; è riflettente nel caso contrario. Si ha rifrazione semplice se i corpi trasparenti sono posti su piani inclinati alla linea di propagazione e le intere immagini luminose attraversano inalterate gli spazî interatomici. Se tale passaggio avviene parzialmente da parte dei singoli elementi delle immagini, fra adatti spazî subatomici, si presenta la dispersione.

Sono queste nei loro tratti più caratteristici le idee che si vennero formando nelle successive età della scienza circa la materia degli spazî celesti e circa le sue funzioni; resta a vedere se fra tante congetture è possibile di stabilire una veduta razionale dietro fatti conosciuti, il che tenterò di fare in un prossimo articolo.

Pavia, maggio 1884.

GIUSEPPE GEROSA.

Digitized by Google

LA MATERIA DEGLI SPAZI CELESTI

II.

Genesi e natura della materia dello spazio.

I.

Notiamo che da Galileo e Descartes ad oggi nessuno, che abbia rivolto con qualche serietà lo studio alla filosofia naturale, disconobbe il fatto che quanto noi avvertiamo dei fenomeni esterni, non è che una pura modalità di movimento molecolare o di massa in quei corpi, da cui ci appaiono sorgere i fenomeni stessi; cosicchè, soppressa quella data modalità di moto nei corpi esterni, cessa in noi la rappresentazione del fatto. E notisi che la fenomenologia è nostra, non dei corpi, e corrisponde ad una pura rappresentazione, variabile di forma e di grado non solo da individuo ad individuo, ma nello stesso individuo a seconda degli stati particolari in cui si trova il suo organismo. Siccome poi l'evoluzione organica, fatta astrazione anche da ogni qualsivoglia eventuale perturbazione, vien mutando ad ogni minima durata di tempo lo stato degli organi nostri, così havvi tutto il dubbio di poterci formare una stessa rappresentazione di due fatti perfettamente identici, fuorchè nel tempo in cui si avverano. Tanto che, se le relazioni meccaniche dei fatti fossero affidate ai sensi e quindi ai giudizî nostri, il fisico dovrebbe ogni dì mutare le sue tabelle numeriche.

Se così sono le cose, ne viene che noi non sapremo mai nulla della materia onde sono costituiti i corpi, giacchè questa per nessun modo può arrivare per sè stessa ai nostri sensi, e solo accettiamo la sua esistenza quale una costante dei corpi, cui essi mantengono inalterata attraverso a tutti i possibili modi di moto che possono ricevere e trasmettere.

La conoscenza della materia da parte nostra implicherebbe la possibilità di almeno due modalità differenti della materia stessa; ossia, per la percezione della materia si richiederebbe la sensazione di una variazione intervenuta nell'essenza della

Digitized by Google

materia stessa. Ma, poichè sappiamo che ogni fatto naturale è dovuto unicamente ad un dislivello di energia fra due porzioni di materia in rapporto fra loro, le quali tendono a ridursi allo stato d'equilibrio mediante un semplice scambio di velocità, così ad un tempo restano esattamente stabilite due cose: come l'esistenza di una materia distinta dall'ordinaria implicherebbe un nuovo ordine di fatti cosmici, non avvertibili dai nostri sensi e talmeno misurabili in termini di energia, e come, ove non si voglia confondere l'energia col moto, l'idea che la materia sia una forma d'energia include contraddizione, da che un'energia non può essere rappresentata che coi due fattori di massa e di velocità; l'uno costante per un dato corpo, l'altro variabile ad ogni nuovo modo di essere del corpo stesso (1).

Mentre da una parte adunque è impossibile a noi di disconoscere questa costante dei corpi, che diciamo materia, sulla quale fondano i principî d'inerzia o d'azione e reazione, di sistema conservativo e tant'altri; dall'altra riesce inconcepibile un fluido etereo che goda di proprietà affatto distinte da quelle della materia ordinaria; e parrebbe anzi che ove esistesse tale fluido noi non saremmo punto tenuti a riconoscerlo, imperocchè, secondo L o d g e, non vi è altro corpo in natura, di cui si possa dire tanto.

Ma se le stesse relazioni dinamiche che si presentano nei fenomeni della materia ordinaria sussistono pure in quelli of-

(1) L'unica differenza scientifica pertanto fra un fatto fisico ed un fatto chimico non dipenderà da altro che in un fenomeno fisico possiamo separatamente tener dietro alla modificazione avvenuta nei singoli sistemi in conflitto, da che ciascuno di essi mantiene sempre distinta durante il fenomeno la propria massa da quella degli altri, solo variando di velocità e tutto al più componendo a sistemi più complessi o risolvendo in sistemi più semplici i gruppi delle sue molecole omogenee; mentre in un fenomeno chimico non si può analizzare separatamente il momento dell'azione e della reazione, intervenendo ad un tempo una variazione di velocità ed uno scambio di massa fra i sistemi in conflitto, che si compongono a nuovo od a nuovi sistemi distinti dai primi e per la natura e per la sistemazione dei gruppi molecolari. L'invariabilità quindi di massa in un fenomeno chimico va riferita all'intero sistema dei corpi reagenti. Nei fenomeni fisici poi solo impropriamente si parla di energia trasmessa, di energia irradiata, od altro: poichè ad un dato corpo non si può comunicare energia senza alterare la sua massa; in esso si può solo accrescerla o diminuirla mediante una comunicazione od una sottrazione di moto.

Digitized by Google

ferti dall'etere in conflitto colla materia stessa, è per lo meno irrazionale il supporre che l'etere goda di proprietà diverse da quelle della materia ordinaria.

Del resto, come si può prestar fede ad un'ipotesi, foss'anche vera in senso assoluto (ove questo potesse avvenire), quando a noi non è possibile, nè per fatti diretti, nè per induzione tratta da fatti analoghi di confermarla in nessun modo? La scienza sarebbe ridotta alla triste condizione della fede che s'acquieta del « Vuolsi così colà dove si puote — ciò che si vuole, e più non domandare ».

Quale vantaggio abbia poi l'ipotesi di un fluido etereo distinto dalla materia ordinaria, scientificamente non si può concepire; dacchè, dice Morris, fino a tanto che non si sarà dimostrato che la materia ordinaria disintegrata è incapace di vibrare trasversalmente alla linea di propagazione del moto luminoso, non v'ha ragione d'ammettere un etere immaginario.

Certo è che l'etere, come osserva il Grove, è un mezzo molto comodo, e che si presta meravigliosamente alle ipotesi; così, se per ispiegare un dato fenomeno l'ipotesi esige ch'esso sia più elastico, lo si fa più elastico; se bisogna che sia più denso, lo si fa più denso; se fosse d'uopo che fosse meno elastico, meno denso, lo si farebbe meno elastico, meno denso, e così via (1).

È diffatti sotto tale scudo che il Lodge difende la sua dottrina, invocando di continuo delle ipotesi gratuite per appoggiare altre ipotesi impossibili; imperocchè non basta che l'etere sia continuo, omogeneo, incompressibile, ma può essere libero e rattenuto intorno alle molecole gravi dei corpi; può essere in quiete relativa od in moto quando i corpi stessi si muovono; non è densificato intorno alle molecole dei corpi, ma sforzato contro e rallentato nella sua tensione; non è esso la stessa elettricità, ma può esser scisso in elettricità positiva e negativa; se fosse materia ordinaria avrebbe come proprietà caratteristiche la rigidità e l'inerzia; però nei corpi opachi e conduttori non ha rigidità, non resiste, mentre nei corpi trasparenti e dielettrici è teso, urta contro: per le sue proprietà non può essere la materia ordinaria, ma gli atomi della materia potrebbero essere porzioni d'etere in moto vorticoso.

---

(1) Grove, loco citato, pag. 172.

Digitized by Google

II.

Vero è poi che, se la teoria di Morris ha sull'ipotesi di Lodge tanto vantaggio scientificamente quanto la teoria delle ondulazioni sull'ipotesi dell'emissione della luce, non va tuttavia priva di alcune gravi difficoltà.

Il Morris nella sua teoria accoglie senz'altro, come il Seguin, per il processo di formazione delle sfere il fatto fondamentale di gravitazione della materia. Ma, accettata la gravitazione come fatto primo, come causa ignota, saranno dimezzate le funzioni della materia infrastellare, dovendo poi ricorrere ad essa per dar ragione della gravitazione, ove non la si voglia classificare fra le proprietà occulte degli scolastici o fra le proprietà specifiche indeterminabili dei newtoniani. In tal caso, se la materia è inerte ed indifferente per qualsivoglia forma di movimento, ma ha con sè la ragion sufficiente di un moto, del moto gravico, trasformabile poi negli altri movimenti, potrebbe aver ragione il Pompei di negare alla materia la sua costanza attraverso alla fenomenalità corporea

Inoltre la materia nebulare, nel raggiungere l'attuale condizione delle sfere mediante una continuata concentrazione di materia, dovendo, se all'origine l'energia di moto delle particelle della nebulosa era giusto equivalente alla loro energia gravifica, irradiare una porzione di quell'energia prima che le interne particelle potessero essere tenute prigioniere dalla gravitazione, è naturale la domanda: come poteva aver luogo una irradiazione termica da parte della materia che s'avviava a condensarsi, verso quella che incominciava a diradarsi, se la materia dello spazio atta a trasferire le radiazioni termiche e luminose non s'era ancora costituita? E la domanda si fa ancor più spontanea, osservando che il Morris insiste sulla differenza, che nella radiazione la trasmissione di moto non è fatta per mezzo di urti, ed in questo caso una maggiore energia nella particella oscillante, che origina il moto, produce solo una maggiore ampiezza di vibrazione, ma non una maggiore rapidità di trasmissione, dipendendo questa soltanto dall'elasticità della materia trasferente; mentre la traslazione mediante l'urto deve differire in velocità ad ogni differenza in energia, dacchè le particelle essendo invariabili nel peso, una crescita

Digitized by Google

di momento può solo esser guadagnata da una aumentata rapidità di moto.

Questa distinzione gli nasce certamente dal concetto che la materia dello spazio sia sistemata in modo che ogni particella in istato di equilibrio si libri fra le catene laterali di attrazione, e fra queste oscilli al passare del moto d'onda.

Ma nei gas, ad esempio, il suono si propaga per successivi urti molecolari, e pur sappiamo che comunque debole o forte sia la fonte sonora, il moto non ritarda od avanza menomamente, finchè non muta la tensione del gas. Anzi sappiamo che il rapporto fra la velocità di propagazione del suono e la velocità molecolare del gas, entro il quale si progaga il suono, è costante (1).

Per questo il trasferire del moto per mezzo di movimenti vibratori fra le catene laterali attrattive delle particelle sembra un mistero, come il mezzo continuo di Lodge.

Ora invece è ammesso, come incontrovertibile conseguenza dei fatti, che a destare un fenomeno in un corpo sia necessario che un altro corpo lo modifichi. Anzi posano direttamente sopra questo fatto le leggi fondamentali del moto.

Una modificazione virtuale è difficile intenderla, cioè un conflitto senza un urto immediato od attraverso un mezzo materiale che trasferisca il moto del corpo come se esso fosse continuato dal corpo medesimo. Ed è evidente che, se un corpo potesse ricevere o trasmettere moto senza l'intervento di un urto, non sarebbe più vera perlomeno la prima legge del moto, per non dire anche la seconda. Nè al fatto generale possono essere opposti gli esempi delle così dette azioni a distanza; imperocchè se il suono non si propaga più in un gas diradato alle ordinarie rarefazioni: se la scintilla elettrica non iscocca più in un gas ridotto alla tensione di 1/2000 di atmosfera, pare poco ragionevole il supporre che cessi ogni propagazione di moto nelle azioni magnetiche e gravifiche perchè l'urto si continua efficace anche in un mezzo assai più attenuato. Ripeterò il vecchio adagio: *la natura non procede per salti.*

A Lodge poi che asserisce come « quanto più si pensa sulla materia tanto più si è tratti ad abbandonare un puro

(1) F. Brusotti, *Riflessi sulla trasmissione dei suoni e sua correlazione colla velocità molecolare dei corpi,* « Annali scientifici del R. Istituto Tecnico di Pavia » 1874. — A. Rôiti, « R. Accad. dei Lincei » S. 3ª, V. 1°, 1876-77.

Digitized by Google

urto come completa spiegazione dell'azione generale » e che pertanto invoca l'altra ipotesi della comunicazione di moto per un mezzo continuo, si può domandare se l'esempio di un corpo tratto per mezzo di una fune, sul quale fonda il modo generale d'azione, corrisponda ad una trasmissione di moto attraverso un mezzo continuo, ed inoltre se « vi sia una ben piccola difficoltà a rappresentarci una sostanza continua, appunto perchè la natura molecolare e porosa della materia ordinaria è per nessun modo evidente ai sensi, ma è un'inferenza abbastanza difficile ». Quanto sieno gratuite tutte queste asserzioni non val la pena di farlo notare a chi una volta sola abbia avuto l'incontro di considerare fisicamente un corpo. Per cui si può ripetere senza tema d'errare che è solo collo sforzo di ipotesi improbabili ed inassoggettabili alla prova dei fatti che si possono spiegare tutte le azioni dell'universo con un movimento modellato sovra un ipotetico mezzo.

III.

Ora, se si raccolgono sotto un solo sguardo tutte le fondamentali cognizioni che abbiamo intorno al modo col quale la materia ci rappresenta l'attività della natura nella sua più grande, media, minima fenomenalità, e se nello stesso tempo non si vogliono riconoscere nella scienza altri principî che non sieno i fatti o le loro fedeli immagini, si è condotti inevitabilmente a battere le orme di Leucippo, di Descartes e di Thomson per risolvere, entro i limiti della scienza odierna, questo tormentoso problema.

Parrebbe forse che fosse meglio per la scienza di lasciare la questione in pace, come appartenente ad un *inconoscibile*, e quindi destinata ad agitarsi sempre fra le oziose disquisizioni della metafisica. Non è vero: e per questo faccio i migliori voti perchè anche il Ròiti nel suo libro (1), non mai abbastanza lodato, voglia togliere nelle successive edizioni l'avviso che « non si può prevedere quale vantaggio sia per ridondarne realmente alla scienza » dalla discussione di tale soggetto.

Non foss'altro si renderà un nuovo omaggio a quel metodo di ricerca che fonda sopra cause efficienti, non sopra cause

(1) A. Ròiti, *Elementi di Fisica*, Vol. 1°, pag. 122, Firenze, 1880.

Digitized by Google

finali od intelligenti, e che ha fruttato alle conoscenze umane la teoria cosmogonica di Laplace, geologica di Lyell ed evolutiva di Darwin, e la scienza sarà arricchita di importanti esperienze, come quelle di Siemens, in cui « si tratta di sorprendere un segreto della natura vivente, una delle leggi del mondo organico » (1).

Ora, Leucippo fece agitare e rivoltolare gli atomi nel vuoto; Descartes creò nello spazio i vortici, motori dell'universo, e l'ha ripieno di materia men tenue della materia sottile; Thomson differenziò nel fluido etereo, pervadente tutto lo spazio, delle porzioni animate di moto vorticoso, chiamate a rappresentare gli atomi della materia sensibile. — Ebbene, i vortici di Thomson sono destinati a rappresentare il vero, quando tale dottrina venga resa indipendente dalla concezione del fluido etereo; imperciocchè, se è pensabile come i vortici possano dar ragione dei fenomeni fisici, non è più pensabile come la materia eterea si presti alla dinamica dell'universo, a meno che non se ne inventi una particolare.

Pertanto formiamoci un'idea esatta dei vortici di Thomson e della possibilità della loro esistenza; imperocchè è un pregiudizio radicato che un corpo, il quale si offre a noi coi caratteri della saldezza, della rigidità, debba essere un sistema di parti incatenate o tenute da inflessibili legami fra di loro.

La più logora fune, se è fatta girare rapidamente sovra una carrucola, diviene rigida ed elastica, come una molla d'acciaio. — Se un tubo di gomma, riunito co' suoi estremi in modo da formare un anello circolare, viene ripieno con un liquido, il quale è in quiete, avremo un anello flaccido e punto elastico; mentre se il liquido sarà posto in rapida rotazione, l'anello acquisterà rigidità ed elasticità in sommo grado, cosicchè, se verrà deformato mediante un urto, vibrerà vigorosamente intorno alla posizione circolare o di equilibrio con un periodo definito. Questo anello costituisce un filamento vorticoso, ed un vortice circolare è un sistema di tali filamenti ruotanti intorno ad un asse lineare circolare. — Vortici cilindrici si hanno in un massa d'acqua posta in rotazione.

Tali vortici non costituiscono una particolarità dei corpi coerenti, ma hanno luogo del pari nei fluidi incoerenti, come

(1) Faye, « Comptes-rendus de l'Acad. des Sciences » 1882, pag. 612.

Digitized by Google

lo dimostra l'esperienza descritta da Tait (1). Cioè sul fondo di una scatola parallelepipeda di legno, di cui una parete laterale porta un foro circolare abbastanza grande e l'opposta è chiusa da una tela ben tesa, si sparge una soluzione di ammoniaca, e si versa dell'acido solforico sovra una bacinella, contenente sale comune, dapprima quivi introdotta. Allora il gas acido cloridrico che si sviluppa, forma col gas ammoniaco del solfato d'ammonio, che sfugge dal foro della scatola a mo' di fumo sotto forma di minutissime particelle solido sospese nell'aria. Dando allora repentini colpi alla parete di tela si vedono uscire dal foro opposto degli anelli circolari vorticosi, moventisi sovra sè stessi attraverso lo spazio, come anelli solidi indipendenti. Questi vortici di aria, resi visibili dal sale ammoniaco trascinato nel moto vorticoso, quando si urtano, si comportano affatto come anelli solidi elastici, vibrando energicamente, ed oscillando intorno alla forma circolare di equilibrio, finchè ad essa si sono restituiti.

Tali vortici, se si muovono in un mezzo senza attrito, sono permanenti ed indistruttibili. Essi possono avere forme svariate; però, ove vengano deformati, tentano di ridursi alla forma iniziale, come forma d'equilibrio.

Se due vortici circolari si muovono attraverso lo spazio mantenendo i loro piani sempre perpendicolari alla linea di moto, avviene che, se essi si muovono nello stesso verso, il vortice che sta innanzi si espande e rallenta il moto, mentre quello che segue si contrae e si avanza più celeremente; cosicchè alternativamente vengono l'un l'altro penetrandosi. Se poi si muovono in senso opposto, si espandono indefinitamente senza mai raggiungersi, rallentando sempre più il loro movimento.

I filamenti vorticosi inoltre, se esistono in un fluido perfetto e continuo, devono chiudersi ad anello, dopo anche un numero qualsivoglia di contorsioni e sinuosità, ovvero devono avere i loro estremi sulla superficie libera del fluido.

Son queste alcune delle proprietà dei vortici matematicamente investigate dall'Helmholtz.

Ora appunto il Thomson imaginò che porzioni del fluido etereo, perfetto, continuo e pervadente lo spazio infinito, sieno differenziate dalla massa restante pel loro moto vorticoso.

---

(1) P. G. Tait, *Lectures on some recent advances in physical science*, London, 1876.

Digitized by Google

Tali vortici continuano in eterno il loro moto, e non si uniscono mai col fluido entro il quale navigano. Essi sono anelli chiusi, poichè si muovono in un mezzo perfetto; sono rigidi, elastici, indistruttibili, capaci di una vibrazione definita, di libero moto e di collisione: essi costituiscono gli atomi della materia sensibile.

Però Tait osserva che le investigazioni dell'Helmholtz furono limitate a vortici circolari, che si urtano e si muovono in condizioni affatto particolari. Di più si domanda come viene spiegata la gravitazione colla teoria dei vortici; e soggiunge: poichè gli atomi-vortici al di fuori di una piccola distanza non presentano qualche cosa della natura della gravitazione, tale teoria dev'essere rigettata, se essa è incapace a dar ragione di questa grande legge della natura, della quale fino ad ora una plausibile risposta fu data solo dalla teoria di Lesage.

Ma non soffermiamoci sulle difficoltà sollevate da Tait riguardo ai vortici di Thomson. La maggiore sarà sempre l'assunzione dell'etere, che secondo Tait non si ha diritto di crederlo materia ordinaria.

IV.

Ora, se venisse ammesso che nello spazio vuoto si movessero *ab initio* quelle particelle che devono costituire i veri atomi inalterabili non disintegrabili in elementi più semplici, e che essi per godere le proprietà della materia fossero costituiti, come i vortici di Thomson, da elementi in moto vorticoso, il quale basta a dar loro tutti i caratteri per rispondere alle leggi della dinamica fisica, sembrerebbe d'assai semplificato il problema.

Gli elementi, onde sono costituiti i vortici, non gravitano già fra loro, chè non havvi al mondo questa proprietà occulta; essi stanno eternamente sistemati in opera del moto concorde rotatorio, che non si distrugge mai.

E come poi un'associazione di elementi, dotati solo di moto comune vorticoso, basta ad individuare un atomo, così una compagnia di vortici moventisi attraverso lo spazio di moto concorde basta per caratterizzare un sistema quale poteva essere una particella della primitiva nebulosa.

Qui pure non gravitano i vortici fra loro, ma stanno associati puramente pel moto comune che li anima, come le particelle dell'azoto e dell'ossigeno nell'aria che spira.

Digitized by Google

Queste associazioni possono variare in numero da un semplice vortice ad una grossissima falange di vortici, poichè la natura non conosce il grande ed il piccolo, e, come le particelle di una massa gasosa, si potranno muovere ciecamente secondo ogni direzione.

Così poteva essere lo stato iniziale del *cosmos*; cioè compagnie di vortici perfettamente indipendenti, che si movevano attraverso lo spazio secondo ogni direzione con velocità considerevole.

Non è necessario che la nebulosa abbia alta temperatura, come assunse il Laplace e come pareva forse indispensabile all' Haeckel (1); essa può essere freddissima, allo stesso zero assoluto di temperatura, da che il moto traslatorio non include uno stato termico della materia. Ed, oppostamente a quanto pensava il Telesio (2), pare che la materia nella metamorfosi dei moti abbia incominciato da un puro movimento di traslazione per finire con un puro moto di vibrazione o termico; imperocchè ogni odierno fenomeno è accompagnato sempre da una degradazione del primo moto nel secondo.

La teoria cinetica dei gas però insegna che tante particelle, lasciate a sè senza alcuna guida, producono e mantengono il più rigido sistema in opera dei loro moti caotici, così da presentare in ogni dove la stessa densità e velocità media. Per cui sembrerebbe che anche l'originaria nebulosa avesse dovuto sistemarsi in istato d'equilibrio e rimanervi eternamente.

Ma questo non è il caso; imperocchè non si potrebbe aspettare che una massa gasosa abbandonata a sè in uno spazio limitato vuoto ed impervio al calore, si reggesse ancora colla regola di Clausius, per questo che l'energia K corrispondente alla velocità molecolare è solo una parte dell'energia totale H della massa gasosa, e precisamente

$$H = k \cdot {}^3/_2 \left(\frac{c}{c'} - 1 \right) = \frac{K}{1{,}626} \quad (3).$$

(1) E. Dal Pozzo, *Sommario delle lezioni di fisica*, Foligno, 1873, pag. 127.

(2) B. Telesio, *De natura rerum*, lib. 1°, cap. 4°: « Calorem motumque non ex aequo mutuo a se ipsis fieri, sed calorem motui tempore, naturaque et dignitate praeire ».

(3) Fu assunto $\frac{c}{c'} = 1{,}41$, rapporto dei calori specifici dei gas perfetti. — Clausius, *Théorie mécanique de la chaleur*, Paris, 1868.

Digitized by Google

Per cui nell'urto di due particelle qualunque una parte della loro energia di moto traslatorio, mutatasi in energia di moto vibratorio, si sarà conservata sotto tale forma nelle molecole, non essendovi presente alcun mezzo opportuno che si apprestasse a raccogliere e portar fuori i moti intestini delle molecole.

È questa l'inevitabile conseguenza della collisione dei sistemi materiali, di ridurre continuamente le trajettorie dei loro cammini per aumentare il moto vibratorio; e senza la degradazione del primo nel secondo movimento non si sarebbero costituiti i corpi celesti.

Ora il voler seguire la meccanica che dovevano presentare i sistemi di vortici nel loro conflitto, sarebbe quanto richiamare tutte quelle condizioni di cose che ci sono offerte dai fatti, in cui masse aeriformi quali si vogliano vengono in collisione movendo di moto libero in ogni direzione.

Solo qui havvi una differenza caratteristica, che i sistemi variano dal più semplice al più composto, e che i vortici, non essendo immersi nel fluido etereo di Thomson, ogniqualvolta verranno urtati, conserveranno fino a nuovo incontro la deformazione ricevuta, non esistendo nello spazio altro materiale, a cui demettere immediatamente i moti vibratori.

Così un vortice che s'avanza non produrrà qui, come nel caso di Thomson, una corrente che spira nel medesimo verso che si muove il vortice stesso; e due vortici che s'accostano o s'allontanano, non si modificheranno secondo le regole di Helmholtz, poichè quelle risultanze tengono evidentemente alle correnti destate dai vortici nel fluido universale presupposto. Però le leggi fisiche saranno rispettate nella collisione di questi sistemi, anzi si verificheranno con maggiore semplicità.

Ed il risultato finale, in mezzo ad indefiniti moti rettilinei e curvilinei, in ispecie vorticosi, che nasceranno nei sistemi stessi, sarà questo in fondo, che nel conflitto i sistemi tenderanno a crescere di moto oscillatorio a scapito del moto traslatorio. Il moto oscillatorio nei sistemi medesimi apparirà siccome pulsazioni d'onde pel deformarsi o riformarsi continuo e concorde dei vortici, che nel conflitto hanno corso una medesima sorte. Parecchi sistemi pertanto si comporranno insieme, mentre altri si separeranno come sistemi indipendenti con vario moto di trasporto e d'oscillazione.

Chiaramente i sistemi maggiori potranno continuare più a

Digitized by Google

lungo nella propria direzione di moto il loro cammino ed anche continuarlo per sempre attraverso la serie continua delle collisioni, ma dovranno sempre più perdere di velocità, aumentando invece di mole e di moto oscillatorio; mentre nello stesso tempo qualche cosa d'opposto dovrà avvenire pei sistemi minori: imperocchè è una legge altresì della materia che a trasferire fuori di un sistema un moto oscillatorio si richiede un materiale tanto più semplicizzato, quanto più il moto è rapido.

Per cui solo i sistemi minori dello spazio, venendo a conflitto coi maggiori, potevano recar fuori da questi il moto oscillatorio ognor più crescente, aumentando in parte la propria energia di traslazione ed in parte quella d'oscillazione, come le particelle dell'aria che raccolgono le vibrazioni di una campana sonora. Ed era inevitabile pertanto, come nell'ipotesi di Morris, l'avere da una parte un risolversi dei sistemi di vortici in sistemi sempre più piccoli, che insieme coi minori già esistenti nello spazio venivano sempre più crescendo di velocità; dall'altra un comporsi di sistemi minori in sistemi maggiori, che man mano venivano riducendo il moto di traslazione in moto di vibrazione, cui dai sistemi minori era in parte trasferito fuori come moto attraverso lo spazio.

Ricordiamo poi che, non gravitando i vortici fra loro, non gravitano neppure per loro natura i sistemi; ma non appena però nello spazio si sarà manifestata fra i sistemi una differenza nella velocità di traslazione, tosto sarà apparsa nel loro seno la fondamentale forma del moto gravifico, imperocchè è un corollario delle rigide leggi meccaniche che soprassiedono alla cinetica dei gas, come dimostrò Thomson (1), che un complesso di particelle affatto libere ed indipendenti fra di loro diventano gravifiche le une rispetto alle altre, quando le loro mutue distanze riescono inferiori alla lunghezza media del cammino che percorrono le molecole del gas entro il quale quel complesso di parti si trova immerso.

Ecco quanto è richiesto per la gravitazione. Pertanto le particelle della nebulosa saranno divenute gravifiche, appena che si avverava nello spazio il fatto, che le particelle minori raggiungevano una velocità media tale da superare la distanza delle particelle maggiori. E notisi che Challis combattè sempre l'errore, secondo il quale vorrebbesi che anche le più discoste

(1) W. Thomson, « Philosophical Magazine, » 1883.

Digitized by Google

parti dell'universo gravitassero fra di loro, perchè fosse assicurata la sua stabilità.

Inoltre, poichè il materiale dello spazio, nel tempo stesso che veniva assumendo una sistemazione meno complessa, che tuttodì continua a semplificarsi e si semplificherà fino al semplice vortice, aumentava di velocità di traslazione, poteva a poco a poco raggiungere quelle condizioni caratteristiche di tensione e di elasticità, richieste alla trasmissione della luce e del calor radiante. Per lunghe età l'universo rimase quindi nelle tenebre e fu sede di continui urti fra particelle, che man mano venivano restringendo il loro cammino di traslazione d'ambo le parti; cioè nelle masse concentrantisi, ove prendea luogo successivamente la forma sonora termica e luminosa, e nel materiale dello spazio, ove le particelle, se prima dovevano percorrere tratti abbastanza lunghi prima d'incontrarsi, ora presentano il carattere di stretta contiguità, come che più veloci ed assai moltiplicate in numero.

Qui però non è necessario, come pel Morris, la condizione « di stretta contiguità sufficiente a permettere l'esercizio dell'energia attrattiva, » affinchè le particelle del mezzo oscillino nel trasmettere la luce fra le catene laterali attrattive; da che gli anelli vortici, una volta modificati nella loro forma primitiva, oscillano, come una campana vibrante, intorno a quella forma finchè l'hanno ripresa; e pertanto è facile vedere come un moto propagato su una serie di tali sistemi in condizione altamente elastica, debba essere accompagnata da un moto vibratorio normale alla linea del moto che avanza nello spazio.

Queste sarebbero le due funzioni universali dell'etere cosmico; e quindi, come riferisce il Cantoni (1) a proposito delle idee di Fusinieri a tal riguardo, « questo fluido non si dirà di natura opposta a quella della materia pesante, altro non essendo occorso alla sua formazione fuor d'una mutazione nello stato fisico dei corpi dai quali esso è emanato; ed in tale stato potrà servire qual mezzo alle azioni di calore e di luce, e (fors'anco) di gravità, dei corpi a distanza ». Nè mi pare che ora abbiano valore le obbiezioni di Hirn (2), che un mezzo infrastellare della densità di $0^{klg.},0000000000000001$, renderebbe impossibile l'esistenza dell'atmosfera planetare; imperocchè è

(1) Cantoni, *L'ontologismo nella Fisica.*

(2) Hirn, « Comptes-rendus de l'Académie des Sciences », 1882.

Digitized by Google

pregiudizio inerente alla proprietà occulta della gravitazione che il mezzo sia di impaccio al moto delle sfere; ma, se esso ne è il reggitore, saranno tolte tutte le argomentazioni sulle sue pericolose funzioni.

V.

Ed ora, se è lecito pensare che la natura nelle sue manifestazioni non seguì una legge particolare per ognuna di esse, e nella formazione dei sistemi non creò una opportuna regola per ciascuno dei medesimi; ma se all'incontro, com'è il concetto scientifico che oggi regna nelle investigazioni biologiche, seguì un'unica legge in tutti i fatti e per tutti i sistemi, dall'atomo vortice alla cellula cerebrale, potremo dire che, se la genesi e le funzioni del materiale dello spazio insistono sovra un'ipotesi, questa è il riflesso dei fatti osservati i più generali.

Così, ad. es., l'Andries (1) nella sua splendida teoria sui cicloni, stabilita dietro proprie esperienze sui vortici nei fluidi, mostra contro le vecchie teorie che « cicloni, tornados e trombe non sono che un solo e stesso fenomeno meccanico; essi non differiscono che per le loro dimensioni », e il Faye (2), a proposito della teoria d'Andries, dice dei cicloni che « non vi ha qui un disordinato transitare di elementi, ma la manifestazione d'una grande legge della meccanica terrestre, tanto certa quanto tutte quelle della meccanica celeste ». E di più mostra in un'altra nota (3), come pure le macchie solari non sieno che l'immagine in grande dei cicloni terrestri, e conclude pertanto dal loro raffronto: « Io non conosco nulla di più meraviglioso che questa semplice identificazione geometrica di due fenomeni in apparenza così differenti », e contro le obbiezioni di Young fa notare che « l'ineguaglianza di velocità fra i filetti paralleli delle correnti della fotosfera, e senza dubbio anche della cromosfera, è ben sufficiente per far nascere sul sole dei vortici d'ogni grandezza... È interessante di riconoscere sul sole questa legge della meccanica terrestre fino ai minimi dettagli ».

---

(1) Andries, « Journal de la Société autrichienne de Météorologie », 1882.

(2) Faye, *Note sur la théorie des cyclones de M. le Dr Andries*, « Comptes-rendus », 1882.

(3) Faye, *Sur deux objections de M. Young à la théorie cyclonique des taches du soleil*, « C. R. » 1882.

Digitized by Google

Questo per la correlazione dei vortici nella materia libera di muoversi. Ma se si volesse percorrere dai tempi più antichi fino a Wurtz e Berthelot le idee esposte circa il moto degli atomi e le loro funzioni nella misteriosa affinità, sarebbe facile convincersi com'essa non sia che la condizione fisica di velocità che devono avere le masse dei varii sistemi atomici o delle molecole presenti alla reazione, perchè abbia luogo una combinazione chimica.

Per una reazione, cioè, è necessario che i sistemi fisici messi a conflitto chimico abbiano tanta velocità, che nell'urto reciproco le vibrazioni destate negli elementi costitutivi dei sistemi sieno tali da superare l'energia di sistemazione, od almeno, se si vogliono tener presenti anche le idee di Grothus e Clausius sullo scambio continuo e reciproco degli elementi chimici fra le molecole di un fluido, da perturbarla così profondamente che gli elementi dei sistemi non trovino più in questi lo stato d'equilibrio. Una volta che i sistemi sono scomposti nei loro elementi, non nasce fra questi confusione di sorta, ma essi si ristabiliscono tosto a nuovo equilibrio colla legge universale dell'equilibrio, cioè in modo che nel nuovo sistema o nei nuovi sistemi costituitisi tutte le parti vi entrino con egual dose di energia. Quest'è quanto dice la legge di Dulong e Petit, rettificata da Clausius.

Quindi, per dirla con Barchusen, con Börhaave o con Buffon, in una reazione si ameranno, si assomiglieranno o saranno affini quegli atomi che, in quel modo che l'esprime la legge di Dulong e Petit, sono dinamicamente equipollenti. E la combinazione allora non sarà che l'espressione di un particolare equilibrio succeduto ad un conflitto, od il risultato della affinità, se vuolsi conservare ancora così infelice parola.

La materia quindi non gravita, non ha valenza, come vorrebbe la teoria atomica: essa è unicamente dotata di moto. Ed oggi in vero dai lavori di Tomsen e di Berthelot si può dedurre che pei corpi semplici le calorie di formazione, tutto affatto come le atomicità, seguono la legge delle proporzioni multiple.

Se venissimo in fine considerando i fenomeni di evaporazione spontanea, e più ancora se volessimo ponderare in tutta la sua portata l'azione distensiva della materia, messa a base della dinamica molecolare del Bizio e della filosofia fisica del Fusinieri, posta in onore dal Cantoni e dal Dal Pozzo, saremmo ineluttabilmente condotti a riconoscere che in fondo

Digitized by Google

ai sistemi molecolari non stavvi che un'associazione di vortici thomsoniani indipendenti e tenuti a segno da azioni esteriori; e che appena le condizioni lo concedono, nei sistemi stessi si manifesta chiara quella tendenza al moto libero rettilineo, che Descartes assegnava alle sue particelle.

E Marcellino Langlois (1) pertanto, rifacendo su nuovo stile la cinetica dei gas di Clausius, mostra come le leggi sperimentali sieno teoreticamente deducibili dalla supposizione che gli atomi ruotino sopra una sfera molecolare, da cui tendono continuamente ad allontanarsi con uno sforzo corrispondente alla legge newtoniana.

Ed è probabile altresì che fra non poco si venga ad asserire come i fatti magnetici ed elettrici non debbano attribuirsi che a moti rotatorî e vorticosi delle particelle; giacchè così almeno vorrebbero le relazioni dinamiche fra i fatti terrestri e solari, se è vero l'alto concetto di Sterry Hunt di una fisiologia universale e se non infondata è « *l'idea generale e probabile dell'universo* » del profondo Fusinieri (2), il quale stima avvenire « che le parti dell'universo si comunichino scambievolmente e continuamente i loro moti col mezzo del conflitto, sicchè i moti e le azioni di una sola parte per tutto il rimanente si propagano, dimodochè ogni benchè minima azione è l'azione di tutto l'universo. Questo moto, o questa azione esiste nell'universo sempre colla stessa quantità, soltanto è diversamente modificato e raccolto, ora in questa ora in quella parte di sostanza. Apparisce poi che, agendo ciascuna parte su ciascun'altra, le modificazioni di questo perpetuo moto nascono e sono conseguenze delle modificazioni anteriori, sicchè lo stato antecedente dell'universo contiene la ragion sufficiente dello stato susseguente; e perchè nasca una benchè minima azione vi vollero tutte le enormi azioni in tutti gli stati antecedenti di questa sostanza (della materia); e quindi i fenomeni che nascono, essendo nuove azioni o modificazioni di parti di questa sostanza, ogni benché minimo fenomeno sarà connesso con tutto l'universo ».

Però, aggiungiamo, questo movimento della materia si trasforma sempre grado grado, seguendo una via su cui non ritorna e non ritornerà mai più, stante che il disquilibrio fra

(1) M. Langlois, *Du mouvement atomique*, etc. Paris, 1883.
(2) Giovanni Cantoni, *Scritti varî di A. Fusinieri*, Vicenza 1877.

Digitized by Google

l'energia dei varî sistemi (condizione e causa di tutta la fenomenalità) tende continuamente ad eguagliarsi, l'energia di moto di traslazione convertendosi sempre in energia di vibrazione, senza che questa poi possa interamente riconvertirsi in quella.

Se nei sistemi componentisi il moto di vibrazione, man mano che appariva, fosse stato convertito tutto in moto di traslazione per opera dei sistemi minori, l'universo si sarebbe mantenuto alla più rigida temperie; ma è inconsiderevole lo spazio tenuto dalle masse raccolte rispetto a quello tenuto dalla massa rarefatta; per lo che l'aumentare del moto vibratorio nelle sfere doveva essere stato rapido in confronto della perdita, e la materia concentrata venne salendo perciò ad un alto grado di temperatura.

Così pure se il mezzo intersferale tendesse nella graduata semplificazione ad uno stato di perfetta elasticità, la sua temperatura dovrebbe essere assai rigida, ed un riscaldamento soltanto dovrebbe aver luogo pel continuo transitare delle onde termiche e luminose.

Ed a proposito della veduta del Thomson sulla morte futura dell'universo, sostenuta da Helmoltz e dall'universalità dei fisici, in ispecie dai cultori della termodinamica, non par probabile l'opinione del Dal Pozzo (1), che la forza distensiva abbia a ricondurre la materia allo stato primitivo di moto traslatorio, da che nulla ci fa credere che le masse sferali sieno per mutar la legge del loro raccogliersi, ma che piuttosto « come il sole ci indica il nostro passato, la luna ci additi il nostro avvenire (Du Prel) »: e non par probabile ancora l'idea del Rankine (2) che il calor raggiante, riflesso dai limiti del mezzo intersferale collo spazio vuoto e riconcentrato in fuochi nello spazio cosmico, possa vaporizzare una stella che attraversi uno dei fuochi, così riproducendo una grande quantità di energia chimica a spese del calor radiante; imperocchè, se questo non avviene oggi che le stelle sono incandescenti, non potrà avvenire quand'esse saranno spente, sapendosi che il materiale dello spazio non guadagna di temperatura ma di velocità rettilinea, e che d'altra parte Clausius mostrò come una temperatura non può essere accresciuta per semplice concentrazione dei raggi; ma che nel fuoco di uno specchio concavo, anche per-

(1) E. Dal Pozzo, *Il mezzo sidereo*, già citato.

(2) Rankine, *Miscellaneous Scientific papers*, London, 1881, pag. 200.

Digitized by Google

fetto, la temperatura non si potrebbe elevare più di quella della sorgente luminosa per quanto fosse grande la sorgente stessa (1).

VI.

In fine, dacchè siamo nella filosofia del soggetto, potrebbe, riguardo a quanto fu addietro presupposto, essere obbiettato che, ancorquando la gravitazione, la coesione e l'affinità sieno risolute in moti speciali della materia, resta sempre l'assunzione *a priori* di atomi-vortici, dotati di moto traslatorio.

Qui si potrebbe riparare sotto l'ali dell'Inconoscibile di Spencer, del Dio di E. Naville o della Necessità di Büchner. Ma se il miglior partito è lo starsene ai fatti, stavolta ai fatti umani, è eloquente la storia dei primi uomini innanzi che abbia autorità una convenzionale educazione.

La natura nella sua evoluzione ci porta ad essi, che hanno seco inevitabilmente tutto il lungo lavoro precedente della materia in moto, di cui l'intera storia è tutta presente nella sistemazione della cellula cerebrale e nella sua attività, ossia nel fatto della ragione.

Ecco pertanto che gli uomini qui sono altamente unitarî, poichè tutti i fenomeni appartengono ad un unico sistema, ed essi la sentono questa unità, quale espressione dell'identità d'origine e della conservazione di essa attraverso gli svariati fatti naturali, e la esprimono nelle formole più generali, ma non la conoscono, imperciocchè ignorano le leggi dei fenomeni.

Tal è il carattere delle dottrine greche presso la scuola accademica, atomistica, eleatica, pitagorica, ionica; e sebbene di nomi storici non ne abbiamo che presso la Grecia, è tuttavia indubitato che i Greci stessi poi appresero molto dagli Egiziani, sicchè vuolsi che Taleto, Pitagora, Platone ed altri celebratissimi della Grecia attingessero presso l'Egitto la loro sapienza. E più su ancora, se vogliamo passare sotto silenzio gli Ebrei, i Fenici, i Caldei ed i Chinesi, dediti piuttosto alle arti ed alla mercatura, ancor presso l'India antica

(1) Quanto T. Preston scrisse ultimamente (« Wien. Ber., 1883 ») a tale proposito, non mi fu possibile di leggere.

(2) G. Cantoni, loco citato, pag. LXVIII; e Colebrooke, *Essai sur la Philosophie des Hindous*, Paris, 1834.

Digitized by Google

si parla dell'esistenza di due dottrine filosofiche, l'una materialista, l'altra spiritualista, dalla prima delle quali furono ideate ipotesi sulla materia, che oggi le scienze si affaticano di render sicure, ipotesi che allora non erano se non che la pura manifestazione della correlazione fra la natura e la ragione.

E fondamentale è la questione; imperocchè, pur tutti riconoscendo come gli antichi, in mezzo a vane e stravaganti teorie, speculando arrivarono a quei concetti fondamentali dell'unità e della conservazione della materia e del moto, cui noi oggi risaliamo, tuttavia ad esempio così si esprime il Poggendorff (1): « Si è detto spesso che i filosofismi sulla natura degli antichi Greci contengono molte verità, ma si dimentica che gli antichi hanno in un dato campo affermato tuttociò che era possibile, e che la giustezza dell'una o dell'altra delle loro asserzioni, non risulta dalla loro affermazione stessa, ma da ciò che essa è stata provata più tardi dalle osservazioni e dalle ricerche altrui ».

E l'osservazione certamente per quanto riguarda le singole particolarità dei sistemi filosofici greci è sapiente, ma per quanto riflette le formole fondamentali di essi non pare.

Vero è che ancor qui, come in ogni altra età, diverse sono le vedute dei pensatori, i quali sempre si dividono in due classi ben distinte: Quelli, che anche speculando non danno mai forma ad un loro pensiero se non colla scorta di continua riflessione sulle cose naturali, e quelli che abusando dell'immaginazione esaltano quanto nella natura vengono percependo. Di questi non è quistione, e resta sempre incontrastabile che la ragione fa parte del sistema della natura, e che nessun altro criterio pertanto abbiamo del vero e del falso se non nell'accordo o nel disaccordo fra questo nostro fatto particolare ed i fatti tutti naturali.

Se benissimo quindi è che « dall'atomo all astro tutto si muove nell'universo (2) », che nient'altro è d'uopo preconcepire nello studio di quanto domina la filosofia naturale se non l'unico postulato « materia in moto », sicchè « ignorato motu ignoratur natura », soggiungo, nella presupposizione fondamentale però sempre che il tutto si compia come fra le parti di un sistema, e che ad esempio la natura vibrando da corda armo

(1) Poggendorff, *Geschichte der Physik*, 1879.
(2) Bombicci, *Corso di Mineralogia*, Introduzione.

Digitized by Google

nica, la ragione sia un fedele accompagnatore del suono fondamentale di quella. È così che appare a noi la scienza come il legame fra noi ed il mondo esterno.

Ed allora, se nessun merito spetta a Democrito d'aver fondato la sua filosofia sul principio « che nulla si crea, e nulla si distrugge nell'universo », o ad Ovidio d'aver cantato « Nec perit in tanto quicquam, mihi credite, mundo, — Sed variat, faciemque novat », perchè solo Lavoisier lo dimostrava col calorimetro e la bilancia: se nessun merito spetta ad Epicuro d'aver scritto « *ἰσοταχεῖς ἀναγκαῖον τὰς ἀτόμους εἶναι ὅταν διὰ τοῦ κενοῦ εἰσφέρονται, μηδενὸς ἀντικόπτοντος* » ed a Lucrezio d'aver detto « Omnia quapropter debent per inane quietum. — Aeque ponderibus non aequis, concita ferri », perchè solo Galileo dimostrava l'indipendenza del moto di gravità dalla speciale natura dei corpi: e se nessun merito ancora spetta ad Anassagora d'aver concepito uno stato primordiale delle cose diverso dall'ordine attuale, perchè solo Laplace lo confermava colla meccanica celeste, resta a domandarsi qual valore hanno le ipotesi moderne, le quali tuttochè abbiano dei buoni caratteri non cessano di essere ipotesi e di sognare quel postero che coll'esperienza o coll'osservazione passi l'ipotesi allo stato di teoria.

Del resto, che dovremmo noi dire dell'intuizione di Hooke: « il movimento della luce quand'è prodotto in un mezzo omogeneo si propaga per impulsioni od onde semplici e di forma costante, perpendicolari alla linea di propagazione », prima delle esperienze di Young, Fresnel ed Arago? E che di quella di Galileo « i fenomeni non sono qualità intrinseche dei corpi, ma tengono solamente lor residenza nel corpo sensitivo; nei corpi esterni ad eccitare in noi le diverse affezioni non si richiede che grandezze e movimenti di varie dimensioni e velocità », e del sommo principio di Descartes, che proclamava l'unità dei fenomeni naturali, comecchè tutti dovuti a semplice movimento, prima delle esperienze e dei ragionamenti di Grove? Non che ancora delle idee sulla natura del calore di Tomaso Cornelio (1614), che modificando ambo le opinioni di Telesio e di Patrizio diceva: « Verumtamen bene veritatem intuentibus videbitur calor, neque a motu pendere, neque motum efficere, sed in ipsomet motu consistere » (1), o di Ba-

(1) Tomaso Cornelio, *De Sole*, Progymnasma, lib. 4°.

Digitized by Google

cone, prima delle esperienze di Rumford e Joule? E delle idee di Lamark e di Goethe, prima dei fatti di Darwin?

Pertanto, senz'essere del parere di Dutens (1), che vorrebbe riconoscere a merito degli antichi ancor quanto è gloria dell'umanità posteriore, non crediamo insieme con Poggendorff che le affermazioni degli antichi non sieno vere se non in quanto riconfermate dall'osservazione e dall'esperienza dei posteri; da che quelli avevano con sè per natura tanta ragione quant'havvene con noi nell'esprimere la correlazione fra i fatti, che diciamo psichici, e tutti i fatti naturali, essendo gli uni e gli altri della stessa natura.

Ed è per questo che sarà inutile discutere presso qual popolo ebbero i natali i primi raziocinii umani, a meno che la ricerca non sia fatta riguardo alla formazione ed alle condizioni geologiche della terra da quello abitata. Del resto sarà di essi come del pane, delle pietre preziose, della musica, che devono datare dall'origine dell'uomo, poichè i bisogni della vita (conservazione), il piacere e l'abbellimento della sua esistenza (selezione naturale) nacquero coll'uomo stesso, da che appunto l'uomo fu uomo sol quando i suoi atti lo caratterizzarono tale, e, ad es., la meno materiale fra le arti belle, qual'è la musica, trovava le sue leggi nella natura dell'uomo prima che nella scienza. Anzi la scienza non fece che riconoscere e studiare quanto l'udito naturalmente veniva gustando, e la ragione dei rapporti semplici fra gli accordi non tiene pertanto alla filosofia di Pitagora, ma è fra i diritti del timpano.

Ecco allora definito in termini espliciti il *conoscibile* e l'*inconoscibile;* ed al Naville, che così ragiona — « Un astronomo guarda una stella nel cannocchiale; che avviene? La stella ha un movimento che produce delle ondulazioni nell'etere. Le ondulazioni vengono alla lente che le modifica. Così modificate esse sono trasmesse all'occhio, che le modifica alla sua volta, ed arrivano alla retina, ove determinano un moto fisiologico. Questo lungo il nervo ottico perviene all'encefalo, dove si produce la sensazione della luce e la percezione del corpo luminoso. L'astronomo sente; vede; ammira forse; riflette. Togliete lo spirito, capace di vedere e sentire; che cosa

(1) Dutens, *Recherches sur l'origine des découvertes attribuées aux modernes,* Paris, 1766.

Digitized by Google

resta? Le ondulazioni dell'etere, i movimenti diversi determinati nella lente del cannocchiale, negli organi dell'occhio e nel sistema nervoso » (1) — si potrebbe domandare se venne mai fatto allo psicologo di sopprimere lo *spirito* senza sopprimere le cellule cerebrali del pensiero od almeno la loro attività.

La ricerca sarebbe illusoria; mentre è dimostrata sperimentalmente la reciproca, che colla soppressione delle cellule cerebrali o della loro attività viene soppresso lo *spirito.*

Da coteste argomentazioni traggono sempre origine gli *inconoscibili.*

Chi volesse rintracciare le proprietà fisiche di un' immagine avvertita in uno specchio si troverebbe dinnanzi ad un *inconoscibile scientifico,* cioè innanzi ad una illusione.

Tutti i sensi hanno i proprii inconoscibili ed il cervello li integra tutti. L'inconoscibile, comunque inteso, è l'illusione di una ipotesi che non troverà nelle leggi dei fatti nè la minima rispondenza, nè la minima analogia, perchè essa appunto presuppone ciò che in natura non havvi; e pertanto il meno dotto degli uomini avrà il naturale diritto di rispondere, foss'anche ai ragionamenti di Stewart e Tait (2), « de non apparentibus et de non existentibus eadem est ratio ».

Si ritornerà dunque al *naturalismo* della scuola di Telesio, per la quale la filosofia non deve varcare i limiti della natura? E perchè no? Ben inteso che, se da una parte nessuna *entelechia* sovranaturale presiede la natura, dall'altra parte le cose naturali non avranno il *senso,* di cui le aveva tutte dotate il Campanella. La natura non è l'uomo. Invece, come le forme e le funzioni organiche, per esistere e perdurare nell'esistenza, devono continuamente essere e mettersi d'accordo colle forme e colle grandezze dei fatti naturali entro i quali si sviluppano, così la ragione nostra non può trovarsi bene se non in accordo colle leggi della natura. Essa è un fatto naturale, sebbene l'ultimo fin qui apparso, e per questo ben vide il Mossotti che i fatti naturali non si spiegano, ma solo si raffrontano fra di loro, dichiarando quelli non noti mediante altri che diciamo noti, ma che alla lor volta sono riferiti ad altri ancora (3). Così è, e dev'essere. L'ultimo concetto a cui

(1) E. Naville, *La physique moderne, èt. histor. et philos.* Paris, 1883.
(2) Stewart e Tait, *L'Univers invisible,* etc. Paris, 1883.
(3) O. F. Mossotti, *Lezioni di Fisica Matematica,* Roma, 1884.

Digitized by Google

permettono risalire le cognizioni naturali odierne, quando ben si pensi, è l'atomo-vortice, ove non si voglia introdurre nella scienza delle entelechie o delle proprietà occulte, ossia delle illusioni. Ess'è un elemento pel suo moto così caratterizzato da rispondere a tutti i requisiti della dinamica atomica, molecolare e cosmica. Il Tait ha azzardato dire del vortice che « questa proprietà di rotazione può essere la base di tutto ciò che ai nostri sensi appare come materia » (1).

Il credere di potere andar più oltre ed essere in pari tempo nel vero, è supporre che la ragione non sia un fatto naturale; che si possano trovar leggi razionali fuori dei fatti naturali; che si possano far ipotesi senza aver fatti e senza la possibilità d'averne per appoggiarle; che quindi i fatti si possano non solo raffrontare, ma spiegare; che insomma si possa dire qual'è la grandezza del moto assoluto di un corpo nello spazio o quella della porzione di tempo fra due eventi. Siamo all'illusione dell'immagine nello specchio, che con una parola moderna è detta *inconoscibile.* Cardano diceva « Quaeris qui ergo sit deus? si scirem, deus essem ». A chi chiede quindi il perchè di una cosa, non esistente nell'ordine dei fatti naturali, si potrebbe rispondere solo quando l'uomo e la sua ragione non fossero un fatto naturale, ma di quell'ordine di cui è un'illusione.

Pavia, agosto 1884.

Prof. Giuseppe Gerosa.

---

(1) P. G. Tait, *Recent Advances*, etc., pag. 294: « Thus this property of rotation may be the basis of all that to our senses appears as matter. »

Digitized by Google